PROJETOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Projetos Básicos para os Sistemas de Abastecimento de Água nas Comunidades Quilombolas Armada, Maçambique, Manoel do Rego, Passo do Lourenço e Potreiro Grande, no município de Canguçu, RS.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CANGUÇU - RS

CANGUÇU
1812
1857
JUSTIÇA - IGUALDADE - PERFEIÇÃO

MEMORIAL DESCRITIVO, ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO, MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
CANGUÇU/RS

ÍNDICE

PREFEITURA MUNICIPAL DE CANGUÇU - RS 0
1 - OBJETIVOS 6
2 - SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE 6
3 - COLETA DE INFORMAÇÕES DIAGNÓSTICAS 7
3.1 - Histórico da Comunidade 7
3.2 - Dados Populacionais 7
3.3 - Dados Socioeconômicos 8
3.4 - Clima 9
3.5 - Bacia Hidrográfica 10
3.5.1 - Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo 10
3.5.2 - Bacia Hidrográfica Rio Camaquã 12
3.6 - Caracterização da Vegetação 14
3.6.1 - Caracterização da Vegetação Original 15
3.6.2 - Caracterização da Vegetação Atual 17
3.7 - Fauna 18
3.8 - Geologia 21
3.8.1 - Geologia Regional 21
3.8.2 - Geologia Local 25
3.9 - Estudos Hidrogeológicos 26
3.9.1 - Domínio Hidrogeológico 26
3.9.2 - Inventário Local de Poços Tubulares 27
4 - ALCANCE DO PROJETO 27
5 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 28
5.1 - Captação 28
5.1.1 - Poço Tubular Profundo 28
5.1.1.1 - Anuência Prévia e Outorga 28
5.1.1.2 - Construção de Poços Tubulares 30
5.1.2 - Bombas Submersas 31
5.1.3 - Sistema de Tratamento 33
5.1.4 - Captação de água superficial 35
5.2 - Adução 36
5.2.1 - Tubos e Conexões em Ferro Fundido 37
5.2.1.1 - Curvas e Tê 37
5.2.1.2 - Luva Roscável 37

5.2.1.3 - Junta Gibault 38
5.2.1.4 - Conexões em Flange 39
5.2.2 - Válvula de Retenção 40
5.2.3 - Registro de Gaveta 41
5.2.4 - Hidrômetro 42
5.2.5 - Conexões de Transição PEAD x Ferro Fundido 42
5.2.6 - Conexões de Transição PEAD x PVC 43
5.2.7 - Tubulação Adutora (PEAD) 43
5.3 - Reservação 43
5.3.1 - Tubulação de entrada de saída 45
5.3.2 - Válvula Borboleta Wafer 46
5.4 - Rede de Distribuição 46
5.4.1 - Conexões 47
5.4.2 - Ligação Predial 48
5.5 - Projeto Elétrico 49
5.5.1 - Quadro de Distribuição Geral (QDG) 50
5.5.2 - Disjuntores 50
5.5.3 - Proteção Contra Surto (Limitador de Sobretensões) 51
5.5.4 - Eletrodutos 51
5.5.4.1 - Eletrodutos Rígidos de PVC 51
5.5.4.2 - Eletrodutos Subterrâneos 51
5.5.4.3 - Caixas de Passagem Aparentes (Conduletes) 51
5.5.4.4 - Interruptores Uso Geral 51
5.5.4.5 - Tomadas Elétricas 52
5.5.5 - Condutores 52
5.5.5.1 - Cabo Flexível BWF 750 V, NBR NM 247-3 52
5.5.5.2 - Cabo com Isolação PVC 0,6/1,0 kV, NBR-7288 52
5.5.6 - Sistemas de Iluminação 52
5.5.6.1 - Luminária de Sobrepor com 2x32 W 52
5.5.6.2 - Reator Para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares 32 W 52
5.5.6.3 - Lâmpadas Fluorescentes Tubulares 32 W 52
5.6 - Execução das Instalações Elétricas 53
6 - MANUAL DE OPERAÇÃO 53
6.1 - Fornecimento de Materiais e Equipamentos 53
6.1.1 - Fornecimento de Bombas 54
6.1.1.1 - Controle de Qualidade 55
6.1.1.2 - Instalação e Montagem 56
6.1.1.3 - Inspeção e Recebimento, Movimentação e Armazenamento 56
6.1.1.4 - Instalação dos Transformadores de Força 56
6.1.1.5 - Controle de Qualidade 58

6.1.2 - Fornecimento do Reservatório 59
6.1.2.1 - Controle de Qualidade 60
6.1.3 - Fornecimento de Tubos e Conexões em PEAD 60
6.1.3.1 - Transporte 61
6.1.3.2 - Manuseio 61
6.1.3.3 - Armazenagem 61
6.1.3.4 - Controle de Qualidade 64
6.1.4 - Fornecimento de Peças Especiais 65
6.1.4.1 - Controle de Qualidade 66
6.1.5 - Fornecimento de Hidrômetros 66
6.1.5.1 - Controle de Qualidade 66
6.2 - Mobilização e Desmobilização 67
6.3 - Serviços Preliminares 68
6.3.1 - Limpeza do Terreno 68
6.3.2 - Trânsito e Segurança 69
6.4 - Serviços Técnicos 71
6.4.1 - Locação de Redes de Distribuição 71
6.4.2 - Locação de Obras 75
6.4.3 - Cadastro de Redes de Água 75
6.5 - Movimento de Solo 76
6.5.1 - Escavações 76
6.5.2 - Carga, Transporte e Descarga de Material Escavado 80
6.6 - Escoramento de Valas, Poços e Cavas 82
6.7 - Esgotamento e Rebaixamento do Lençol Freático 85
6.7.1 - Esgotamento com Bombas 85
6.8 - Assentamento de Tubos e Conexões de PEAD 85
6.8.1.1 - Juntas Soldáveis 86
6.8.2 - Inspeção e Limpeza da Tubulação 89
6.8.3 - Valas 90
6.8.4 - Embasamento da Tubulação 90
6.8.5 - Alinhamento, Nivelamento e Ajustamento da Tubulação 90
6.8.6 - Recobrimento da Tubulação 91
6.8.7 - Controle de Qualidade 91
6.9 - Assentamento da Ligação Predial e Unidade de Medição e Controle 92
6.9.1 - Materiais 92
6.10 - Método de Construção do Poço Tubular Profundo 93
6.10.1 - Fundação da Base do Reservatório 102
7 - MANUTENÇÃO DA SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO 103
7.1 - Programa de Segurança 103
7.2 - Análise de Risco da Tarefa - ART 104

7.3 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) 105
7.3.1 - Procedimento 106
7.3.2 - Proteção da Cabeça 107
7.3.3 - Proteção Para Olhos e Face 108
7.3.4 - Proteção Auditiva 108
7.3.5 - Proteção Respiratória 108
7.3.6 - Proteção do Tronco 108
7.3.7 - Proteção dos Membros Superiores 108
7.3.8 - Proteção dos Membros Inferiores 109
7.3.9 - Proteção do Corpo Inteiro 110
7.3.10 - Proteção Contra Quedas Com Diferença de Nível 110
7.3.11 - Controle de Qualidade 110
7.4 - Serviços de Operação e Manutenção Elétrica 111
7.5 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais 113
7.6 - Máquinas, Equipamentos e Ferramentas Diversas 114
7.7 - Ergonomia 116
7.8 - Escavações 117
7.9 - Operações de Solda e Corte a Quente 118
7.10 - Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas 118
7.11 - Procedimentos em Caso de Emergência 119
7.12 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho 120
7.13 - Gerenciamento de Resíduos 121
7.14 - Sinalização de Segurança 121
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 122

1 - OBJETIVOS

O objetivo deste Relatório Técnico é apresentar o projeto básico de engenharia para o abastecimento de água em comunidades remanescentes de quilombolas no município de Canguçu, RS, elaborados a partir de levantamentos preliminares realizados pela empresa NeoCorp Ltda.

As comunidades quilombolas englobadas no projeto básico são:

- Maçambique;
- Potreiro Grande;
- Armada;
- Manoel do Rego;
- Passo do Lourenço.

2 - SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE

Canguçu está incrustado na Serra dos Tapes a qual forma junto com a Serra Herval a região fisiográfica gaúcha Serras do Sudeste. Localiza-se na latitude -31,395, e longitude -52,676. Na Figura 1, a seguir relacionada, consta o Mapa de Situação e Localização do município de Canguçu.

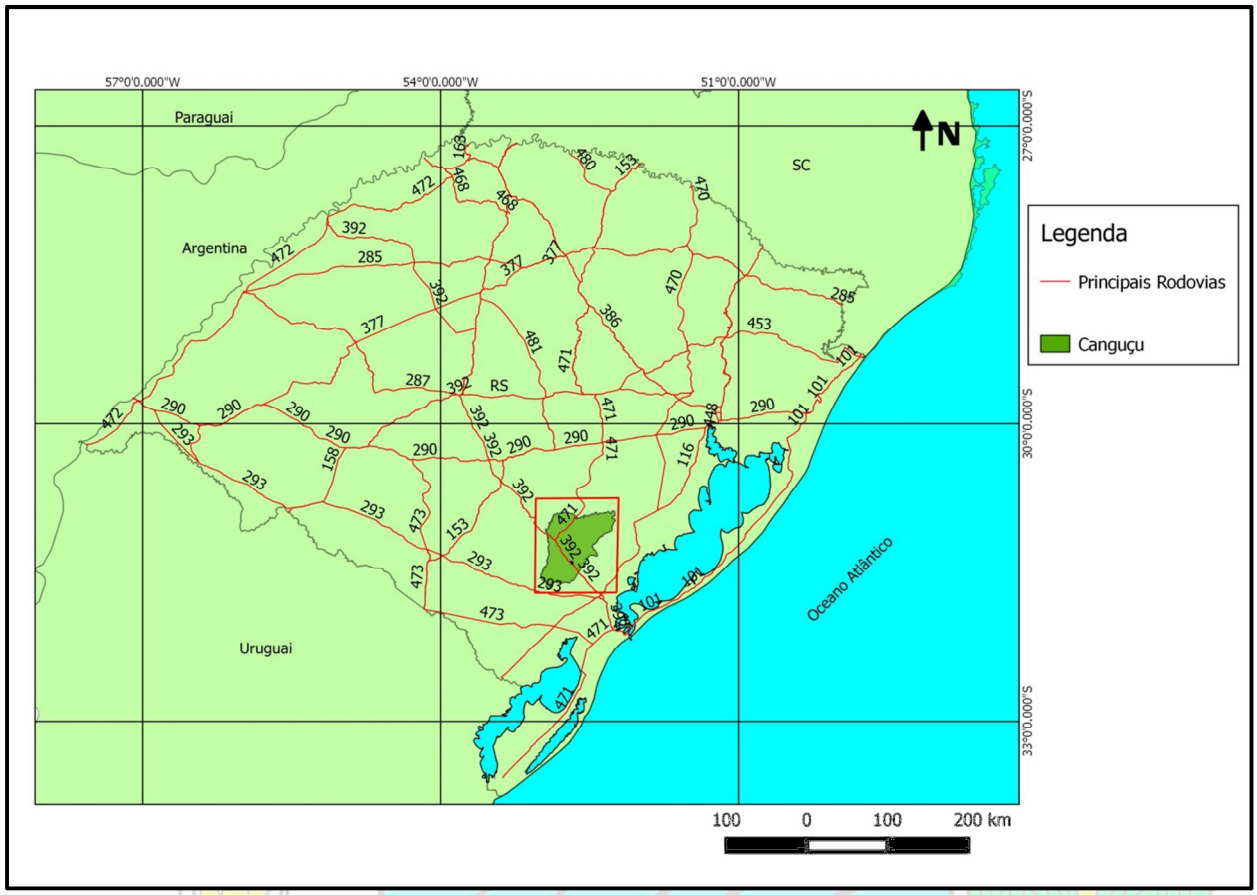

Figura 1: Mapa de situação do município de Canguçu, RS. Fonte: IBGE

3 - COLETA DE INFORMAÇÕES DIAGNÓSTICAS

3.1 - HISTÓRICO DA COMUNIDADE

Essa região, como tantas outras do nosso Estado, teve seu povoamento prejudicado pela luta entre portugueses e espanhóis pelo Rio Grande do Sul e Uruguai. Por esse motivo, após o ano de 1777 foram distribuídas as sesmarias.

A sede iniciou seu povoamento em 1739. Por volta de 1830, a atividade predominante era a pecuária, havendo um início de agricultura. Pela segunda vez, a zona sofreu, quando suas terras foram palco de lutas da Guerra dos Farrapos.

O topônimo Canguçu é de origem indígena e significa Cabeça Grande. A causa dessa estranha denominação foi um tipo de onça que havia na região e possuía a cabeça muito grande.

3.2 - DADOS POPULACIONAIS

De acordo com último censo, o município de Canguçu possui uma população 53.259 habitantes. Realizado o levantamento em cada comunidade, foram quantificadas 837 famílias.

Com o objetivo de estimar a população total residente na comunidade, foi considerada a média de cinco pessoas por família, as quais totalizaram, aproximadamente, 4.185 habitantes.

Quadro 1: População atendida por comunidade.

Comunidade	Número de Famílias	População estimada
Maçambique	183	915
Potreiro Grande	197	985
Armada	131	655
Manoel do Rego	40	200
Passo do Lourenço	286	1.430
Total	837	4.185

3.3 - Dados Socioeconômicos

Com o objetivo de caracterizar o avanço da qualidade de vida de uma população, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) criou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), um indicador de referência mundial utilizado para aferir um valor ao desenvolvimento regional. O IDH-Municipal considera aspectos econômicos e sociais como o PIB *per capita*, poder de compra, educação e longevidade da população de cada município brasileiro (PNUD, 2000), o qual inclui, indiretamente, aspectos de saúde referentes ao saneamento e qualidade da água utilizada pela população.

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2000), o IDH do município de Canguçu é 0,733 (FAMURS, 2011), valor inserido no intervalo de 0 a 1 o qual indica médio desenvolvimento. Esse valor caracteriza a situação econômica e social da comunidade, que carece de sistemas básicos de abastecimento de água potável e de atendimento sanitário em localidades situadas no interior do município. No Quadro 1 estão listados os parâmetros utilizados para o cálculo do IDH-M, publicado pelo Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil no ano 2000.

Quadro 1 - Parâmetros utilizados no cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano do município de Canguçu, no ano 2000.

Parâmetro	Valor
Esperança de vida ao nascer	69,912 anos
Taxa da alfabetização de adultos	0,87
Taxa bruta de frequência escolar	0,698
Renda *per capita*	R$ 177,843
Índice de esperança de vida (IDHM-L)	0,749
Índice de educação (IDHM-E)	0,813
Índice de PIB (IDHM-R)	0,638

'Fonte: FAMURS (2011).

3.4 - CLIMA

Segundo ROSSATO (2011) o regime climático do Rio Grande do Sul, tem os sistemas polares como os grandes dinamizadores dos climas do estado, em interação com os sistemas tropicais. Entretanto, é a partir da relação destes com os fatores geográficos locais e regionais, que se define a variabilidade espacial dos elementos do clima. A gênese das chuvas está, principalmente, associada aos sistemas frontais. Com relação à tipologia climática, o estado do Rio Grande do Sul situa-se em área de domínio do clima subtropical, subdividido em quatro tipos principais.

- Subtropical I: pouco úmido (Subtropical Ia - pouco úmido com inverno frio e verão fresco, e Subtropical Ib - pouco úmido com inverno frio e verão quente);
- Subtropical II: medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias;
- Subtropical III: úmido com variação longitudinal das temperaturas médias;
- Subtropical IV: muito úmido (Subtropical IVa - muito úmido com inverno fresco e verão quente, e Subtropical IVb - muito úmido com inverno frio e verão fresco).

No Rio Grande do Sul há regiões climaticamente bem diferenciadas, as quais evidenciam certa heterogeneidade, ao contrário de grande parte das classificações climáticas mais conhecidas do estado *p.e.* KÖPPEN (1948) e MORENO (1961). ROSSATO (2011) mapeou as diferenças entre o clima e as regiões do estado e elaborou um novo mapa com a tipologia climática do estado (Figura 2).

Conforme a classificação de ROSSATO (2011) o tipo de clima onde o município de Canguçu situa-se é o Subtropical Úmido Ia, pouco úmido com inverno frio e verão fresco. A gênese está relacionada às áreas com maior influência dos sistemas polares e com menor participação dos sistemas tropicais conjugados com a influência do

relevo (Escudo Sul - Riograndense e Planície Costeira) e da corrente fria das Malvinas. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.

As principais características deste tipo de clima são as precipitações pluviais entre 1200 e 1500 mm anuais, distribuídos entre 80 e 100 dias de chuva. São os menores valores de precipitação pluvial do estado que se distribuem mensalmente em cerca de 6 a 9 dias chuva. A temperatura média anual varia entre 17 e 20°C. A temperatura média do mês mais frio do ano oscila entre 11 e 14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 20 e 26°C.

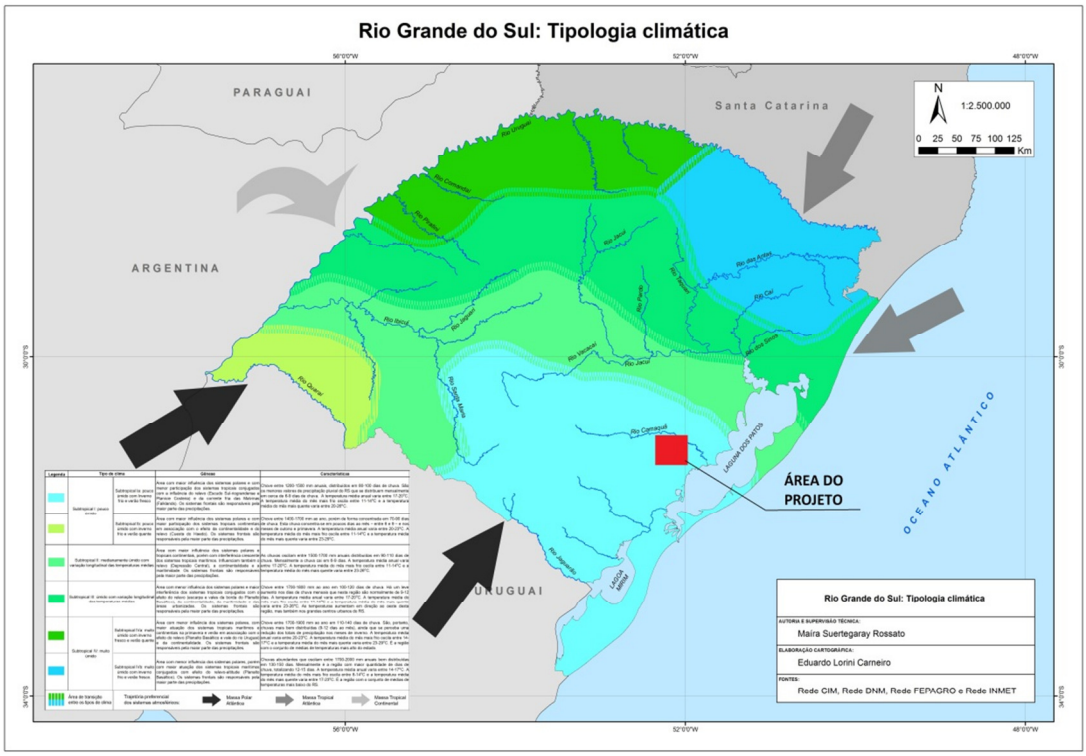

Figura 2: Tipologia climática do Rio Grande do Sul. Fonte: ROSSATO (2011).

3.5 - BACIA HIDROGRÁFICA

O município de Canguçu situa-se nas Bacias Hidrográficas Mirim-São Gonçalo e Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã. O projeto de abastecimento de água da comunidade de Passo do Lourenço está situado na Bacia Hidrográfica Mirim – São Gonçalo, e as demais, na Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã.

3.5.1 - Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo

A Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo situa-se no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul entre as coordenadas geográficas 31°30' a 34°35' de latitude Sul e

53°31” a 55°15’ de longitude Oeste. Abrange as Províncias Geomorfológicas Planície Costeira e Escudo Uruguaio - Sul - Riograndense. Contém área de 25.961,04 km², e abrange municípios como Arroio Grande, Candiota, Cerrito, Capão do Leão, Chuí, Jaguarão, Pelotas, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, com população estimada em 744.021 habitantes. Os principais cursos de água são os arroios Pelotas, Passo das Pedras, Basílio, Chasqueiro, Grande, Juncal, Chuí, do Vime, Seival, Minuano, Lageado, Taquara, Candiota, Butiá, Telho, do Quilombo e os rios Piratini e Jaguarão, além do Canal São Gonçalo, que faz ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos. Os principais usos da água se destinam a irrigação, abastecimento humano e dessedentação animal (SEMA, 2002) (Figura 3).

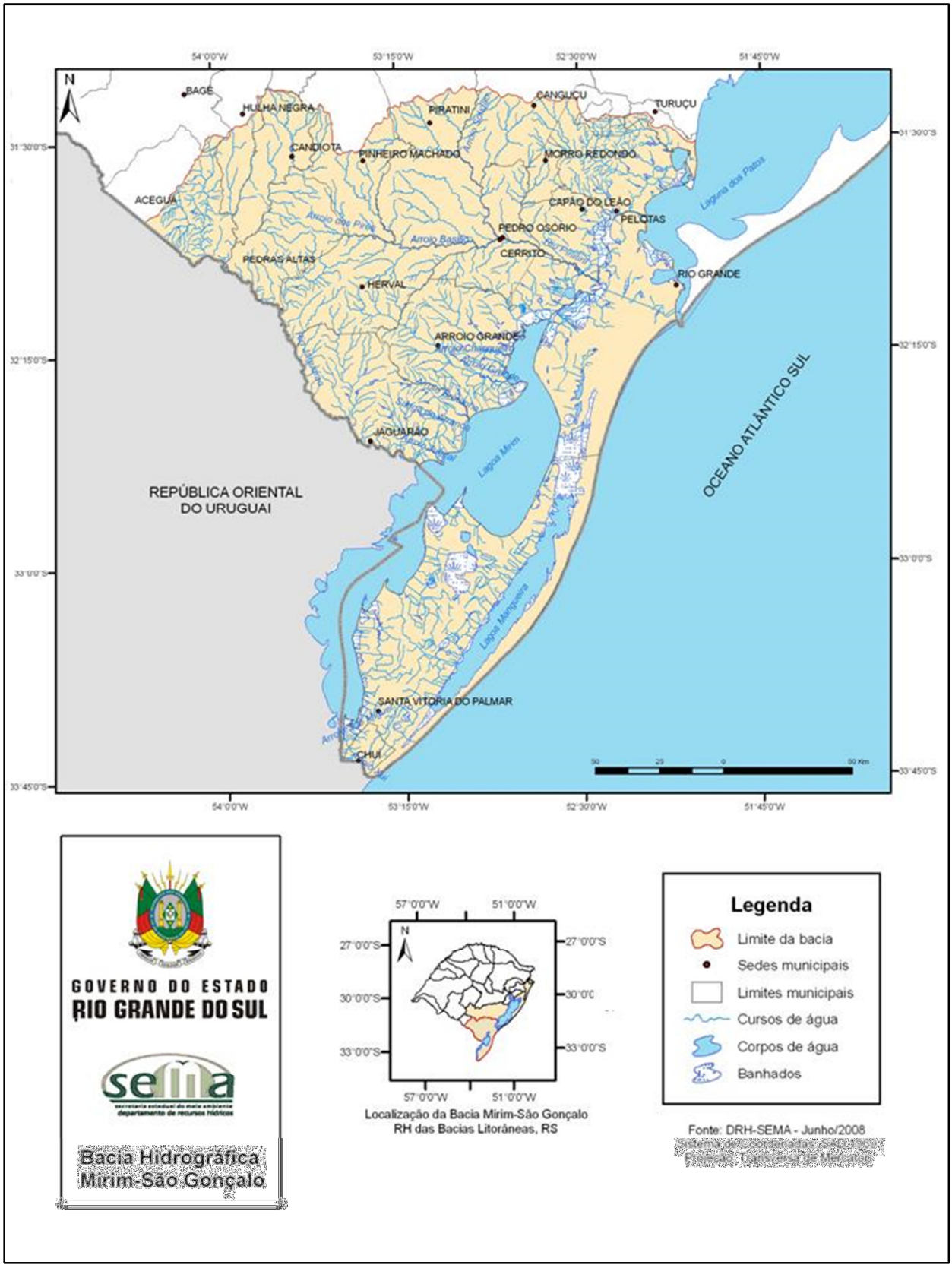

Figura 3: Localização da Bacia Mirim-São Gonçalo (SEMA 2008).

3.5.2 - Bacia Hidrográfica Rio Camaquã

A Bacia Hidrográfica do Camaquã localiza-se na região central do Estado do

Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28º50' a 30º 00' de latitude Sul e 52º 15' a 53º 00' de longitude Oeste. Abrange as províncias geomorfológicas Escudo Sul-riograndense e Planície Costeira. Possui área de 21.259,11 km², abrangendo municípios como Arambaré, Bagé, Caçapava do Sul, Dom Feliciano e Tapes, com população estimada em 236.287 hab. Os principais corpos de água são o rio Camaquã e os Arroios Sutil, da Sapata, Evaristo, dos Ladrões, Maria Santa, do Abrânio, Pantanoso, Boici e Torrinhas. O rio Camaquã tem suas nascentes a oeste da bacia, com desembocadura a Leste na Laguna dos Patos. Os principais usos da água na bacia se destinam à irrigação e ao abastecimento público. (SEMA 2002). (Figura 4)

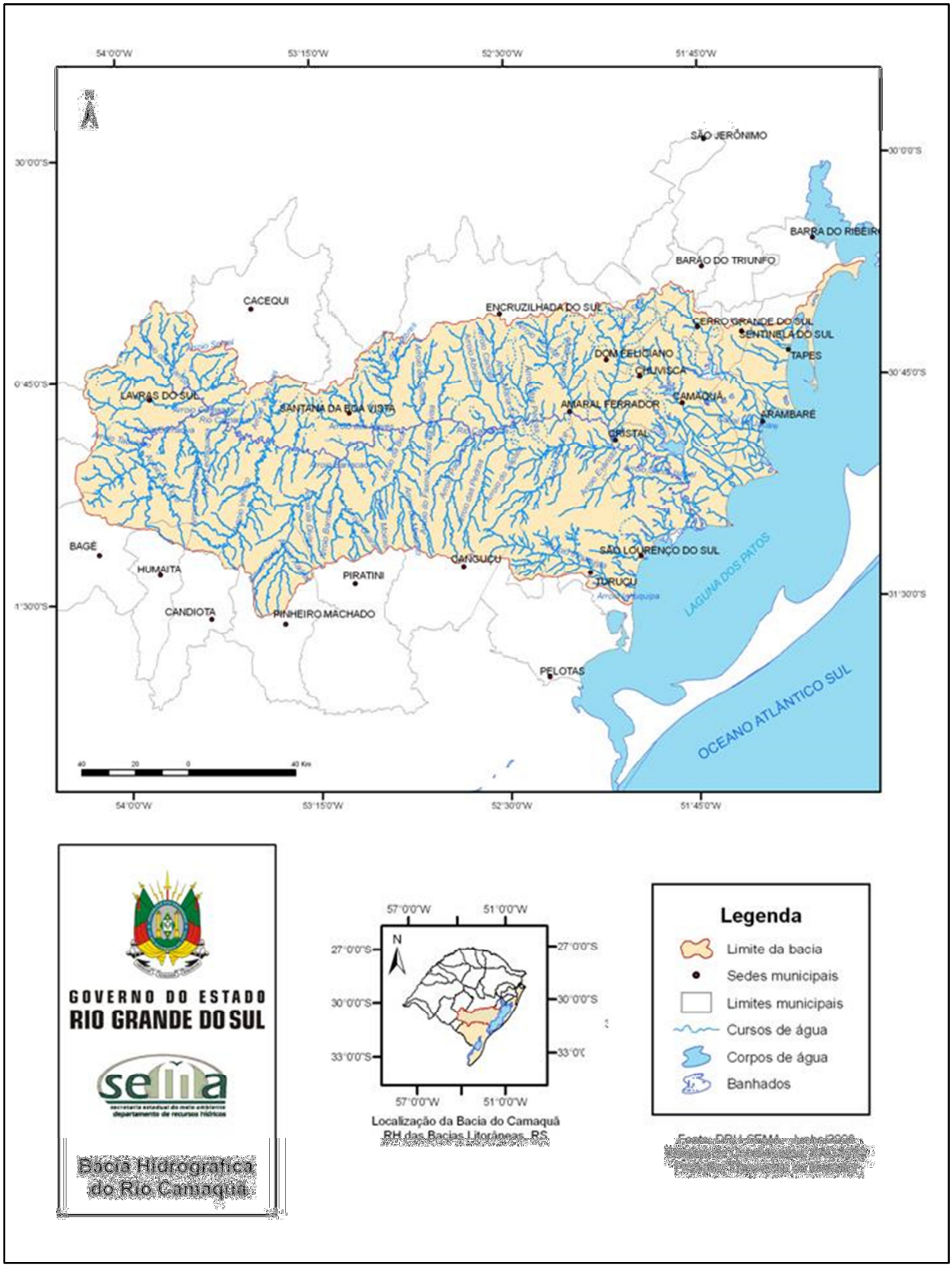

Figura 4: Localização da Bacia do Camaquã. (SEMA 2008).

3.6 - CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO

A caracterização da vegetação foi realizada de duas maneiras diferenciadas,

uma está relacionada à caracterização da vegetação original, o qual descreve os ecossistemas que ocorrem na área em estudo, e a outra está relacionada à caracterização da vegetação atual, a qual descreve o estado da vegetação quanto ao grau de conservação, intervenções antrópicas e as principais espécies vegetais constituintes na área em estudo.

A caracterização da vegetação original e atual foi realizada mediante pesquisa bibliográfica especializada no assunto e visitação *in loco* com observações diretas e anotações em caderneta de campo com os principais aspectos fitofisionômicos originais e atuais. Cabe salientar que a região em estudo está inserida em uma zona de transição entre dois Biomas distintos: o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Campo.

3.6.1 - Caracterização da Vegetação Original

A vegetação predominante na região em estudo, mais específico na região do município de Canguçu, caracteriza-se por mosaicos de floresta-campo. As florestas contidas nas localidades dos projetos encontram-se mais desenvolvidas junto às faixas ciliares de rios e arroios e também em forma de capões, pequenas manchas de vegetação rodeadas por áreas de savana. Os campos predominam e variam desde formações abertas ("campo limpo", estrato baixo e contínuo de gramíneas e herbáceas, e "campo sujo", que se diferencia da anterior pela ocorrência de arbustos e subarbustos), (BOLDRINI, 2007) até áreas conhecidas como "vassourais" de *Baccharis* spp. e *Dodonaea viscosa* Jacq. (vassoura-vermelha), ou áreas mistas de campos baixos e manchas insulares de "matinhas subarborescentes" (RAMBO, 1994). Com base em observações locais, esta região parece sujeita ao processo de colonização de espécies florestais em áreas de campo, além do aumento da densidade de arbustos. Ambos os processos alteram a estrutura, a riqueza e a diversidade de espécies e tipos funcionais de plantas em áreas inicialmente caracterizadas como formações de campo limpo.

Na área em estudo foram constatadas duas tipologias distintas de vegetação além das zonas de contato as quais serão abordadas a seguir conforme os dois biomas supracitados

SAVANA-GRAMÍNEO-LENHOSA

O termo savana é originário da América do Sul, provavelmente utilizado para designar formações graminosas ou mais ou menos ricas em árvores e arbustos. Foi empregado pela primeira vez por OVIEDO (1992) para os lhanos Venezuelanos, porém

HUMBOLDT (1806) foi quem o introduziu no vocabulário fitogeográfico.

A Savana é a vegetação típica de países tropicais marcados por estação seca; é a Savana (Cerrado) do Brasil Central, cuja estrutura mostra-se em dois estratos distintos: um baixo, dominado por hemicriptófitos e caméfitos, em geral com folhas grandes e duras e outro de nanofanerófitas retorcidas, de casca grossa e fissurada, esparsamente dispostas.

Conforme estes autores, as teorias conhecidas sobre as prováveis causas das Savanas classificam-se em três grupos: teoria climática, teoria biótica (das queimadas) e teorias pedológicas. Esta última mais provável para as diversas áreas de Savana gramíneo-lenhosa da região sul, conforme os trabalhos do Projeto RADAMBRASIL (1986).

O conceito de Savana foi ampliado a partir de 1975, pelo Projeto RADAMBRASIL, para incluir a maioria dos campos do sul do país. Como argumento fundamental a esta decisão, aquele projeto considerou o repouso fisiológico-vegetativo hibernal característico daqueles campos. Fenômeno este desencadeado por ação climática atual e histórica (paleoadaptação climática), aliadas, conforme a área, a outras características do ambiente, como relevo aplainado ou plano-deprimido com solo mal drenado, terrenos areníticos e arenosos de má qualidade, derrames basálticos ácidos, solos rasos, quartzosos e/ou lixiviados e pedogênese férrica (solos distróficos e álicos), além de aspectos relacionados à lentidão do processo de expansão natural das comunidades arbóreas sobre campos, em face das características acima referidas (LEITE & KLEIN, 1990). Esta ampliação conceitual estendeu a Savana até o eixo Rosário do Sul-Bagé-Jaguarão (Fronteira com o Uruguai), em conexão com todas as regiões fitoecológicas do Sul do país e assume uma expressão em área, da ordem de 141.000 km². Deste total, persistem atualmente, cerca de 81.000 km², sob a forma de Savana manejada e parcialmente descaracterizada (LEITE & KLEIN, 1990).

A ocorrência da Savana nas mais variadas situações geográficas do sul do país não parece poder ser atribuída, inteiramente, à ação direta do clima atual, visto que a ação climática, embora acentuada ou atenuada por outros elementos, não explica suficientemente toda a distribuição e diferenciação das formações vegetais. RAMBO *apud* LEITE & KLEIN (1990) baseia-se nas hipóteses de SCHIMPER (1903) e de LINDMAN (1986) e afirma que grande parte dos campos são relictos de um clima mais seco, hoje lentamente sujeitos à invasão pela selva pluvial e do pinhal.

A savana está geralmente associada a ambientes caracterizados pelas

seguintes condições: clima estacional, solos rasos ou arenosos lixiviados, relevo geralmente aplainado, pedogêne férrica (solos distróficos ou álicos) e vegetação gramíneo-lenhosa entremeado a capões de floresta.

Para LEITE & KLEIN (1990) as florestas-de-galeria e os capões são outros importantes elementos destas Savanas. Eles se desenvolvem a partir das nascentes de água e dos riachos, os quais coalescem, de maneira frequente, em amplos e irregulares povoamentos florestais. Observa-se significativa diferenciação quanto à composição florística destes povoamentos. Nas altitudes mais baixas do planalto, bem como na região do Escudo e da Campanha, predominam, na fisionomia dos capões e matas-de-galeria, as espécies características da Floresta Estacional Semidecidual.

A savana, em termos fitofisionômicos, caracteriza-se por uma acentuada variação, mas os campos do Rio Grande do Sul nunca são exclusivamente arbustivos. As formas predominantes da savana são as hemicriptófitas, geófitas, caméfitas e raras terófitas, representadas na maioria por espécies da família das gramíneas, ciperáceas, apiaceas, compostas, leguminosas e verbenáceas.

3.6.2 - Caracterização da Vegetação Atual

Na situação atual, a região em estudo caracteriza-se pela policultura agropecuária com fisionomias variadas e incluem cultivos anuais e perenes, capoeira em diversos estágios, pecuária e florestamento de *Eucaliptus* spp (eucalipto).

A caracterização da vegetação atual foi efetuada por intermédio de caminhamento em locais nos quais possivelmente seja proposta a implantação da rede de distribuição de água, com o intuito de se obter informações referentes a composição florística a nível qualitativo, intervenções antrópicas e grau de conservação. Para isto foi utilizado caderneta de campo e máquina fotográfica, as quais deram subsídios para a efetivação do estudo.

A vegetação no local está descaracterizada de seus elementos naturais originais. Em tempos atuais e pretéritos o local foi e é utilizado para a prática de agricultura e criação de gado de corte e de leite.

A região contém Formação Florestal em Estágio Inicial e Médio de Regeneração Natural segundo a Resolução CONAMA 33/94. Em termos fitofisionômicos a região ainda contém áreas de contato Floresta Campo, além de campos sujos (nativos) e campos limpos, ou seja, modificados pela ação antrópica.

Nas áreas nas quais, possivelmente sejam propostas alternativas de projeto,

foram constatados indivíduos florestais nativos e exóticos isolados, bem como espécies herbáceas, características da fisionomia Savana-Gramíneo-Lenhosa e arbustivas nativas das famílias botânicas: Cyperaceae, Poligonaceae, Asteraceae e Piperaceae, entre outras de menor expressão. Dentre as espécies herbáceas e arbustivas destacam-se: *Andropogon bicornis* L. (capim-rabo-de-burro), *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. (marcela), *Cyperus ferax* (L.) (papiro), *Polygonum acuminatum* Kunth (erva-de-bixo), *Baccharis trimera* (Less.) DC. (carqueja), *Baccharis dracunculifolia* DC. (vassoura), *Centella asiatica* (L.) Urban. (centela) e *Eupatorium* sp. (vassoura).

Dentre as espécies florestais encontradas nestas áreas destacam-se: *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) *Glassman* (jerivá) *Allophylus edulis* (A. St.-Hil. et al.) Radlk. (chal-chal), *Casearia sylvestris* Sw. (chá-de-bugre) *Daphnopsis racemosa* Griseb. (embira), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) *Morong* (timbaúva), *Erythroxylum argentinum* O. E. Schulz (cocão), *Eugenia uniflora* L.(pitangueira), *Luehea divaricata Mart.* et Zucc. (açoita-cavalo), *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. *Legran*d (guabijú), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) *Brenan* (angico-vermelho), *Cordia americana* L. (guajuvira), *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (pau-leiteiro), *Schinus polygamus* (Cav.) *Cabrera* (aroeira-de-espinho), *Scutia buxifolia Reissek* (coronilha), *Sebastiania commersoniana* (Baill.) *L. B. Sm. et Downs* (branquilho), e *Zanthoxylum rhoifolium* L. (mamica-de-cadela), entre outras de menos expressão local.

3.7 - FAUNA

O Rio Grande do Sul localiza-se na Região Zoogeográfica Neotropical, que compreende as Américas do Sul e Central tropical, as Antilhas e as ilhas costeiras do Atlântico e do Pacífico, na zona de transição entre a sub-região tropical Guiano - Brasileira, onde predominam as florestas e a sub-região temperada Andino-patagônica, com formações abertas como o chaco e o pampa (FITKAU, 1969). As perturbações de origem antrópica ocorridas durante a ocupação do território riograndense implicaram em alterações na estrutura e dimensões dos habitats, e, consequentemente ocasionaram modificações na composição faunística dessa região.

O município de Canguçu situa-se na região fisiográfica Serra do Sudeste (FORTES, 1979), onde a paisagem predominante é formada por mosaicos de manchas florestais sobre áreas campestres. CABRERA & WILLINK (1980) descrevem esta mesma região como pertencente à Província Biogeográfica Pampeana. A característica básica da fauna desta região está na presença de espécies típicas de formações abertas. Essa

região é uma transição entre regiões fisiográficas distintas (Campanha, Encosta do Sudeste e Depressão Central), o que se reflete também num conjunto de adaptações e estratégias de vida da fauna.

Como dado histórico, as primeiras alterações antrópicas nesta região, ocorreram a partir do processo de ocupação da terra para criação de gado de forma extensiva em meados do século XVII, os quais resultaram na modificação de uma paisagem natural campestre em uma paisagem pastoril.

Atualmente, porções de floresta em estágio sucessional avançado estão restritas às encostas íngremes e várzeas de grandes cursos d'água, as quais representaram os principais locais de uso e refúgio da fauna de mamíferos de médio e grande porte.

Adicionalmente aos fatores relacionados à perda de hábitat, a caça ilegal, historicamente, mantém-se como uma das principais causas da redução da abundância e diversidade das espécies da mastofauna (FONTANA *et al*., 2003). Este fator de impacto sobre a fauna não é uma característica exclusivamente regional, mas sim um problema que atua sobre toda a área de distribuição das espécies cinegéticas (de caça).

A fauna mastozoológica do Rio Grande do Sul é expressiva e as 141 espécies já registradas que perfazem, aproximadamente, 35% do total de mamíferos conhecidos no Brasil (SILVA, 1984). O grupo dos marsupiais é representado no estado por espécies que habitam uma grande diversidade de ambientes como o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*).

Para a família Dasipodidae podemos citar *Dasypus novemcinctus* (tatú-galinha), D. *hybridus* (mulitinha-orelhuda), D. *septemcinctus* (mulita) e *Euphractus sexcinctus* (tatú-peludo). Apesar de dados insuficientes sobre a espécie *Cabassous tatouay* (tatú-de-rabo-mole) pode ocorrer na região pela disponibilidade de ambientes abertos, seu hábitat preferencial para forrageamento.

A família Myrmecophagidae está representada atualmente na Serra do Sudeste pela espécie *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim), e apesar de ocorrer preferencialmente refugiada em florestas de galeria, temi o hábito de forrageamento em áreas abertas. A enorme substituição dos campos por lavouras, associados à caça, muitas vezes sem motivo aparente, levou a inclusão da espécie como ameaçada de extinção no RS, na categoria Vulnerável (FONTANA *et al.* 2003).

Em relação aos primatas da família Atelidae, este grupo é representado na

Serra do Sudeste pelo gênero *Alouatta*. Os autores PRINTES *et al*. (2001) e CODENOTI e SILVA (2004) relatam a ocorrência de duas espécies de bugio para esta região, A. *guariba clamitans* (bugio-ruivo) e A. *caraya* (bugio-preto) ambas espécies são ameaçadas de extinção no Estado, categoria Vulnerável (FONTANA *et al.* 2003).

A Ordem Carnívora é representada na região por quatro famílias de carnívoros terrestres: Canidae, Mustelidae, Procyonidae e Felidae, que são representadas pelas as espécies *Lycalopex gymocercus* (graxaim-do-campo), espécie frequentemente associada às formações abertas, e *Cerdocyon thous* (graxaim-do-mato), abundante e generalista em relação ao uso do hábitat.

Os membros da família Felidae estão representados por espécies inclusas em alguma categoria de ameaça no livro vermelho da fauna ameaçada de extinção (FONTANA *et al*., 2003): *Herpailurus yaguarondi* (gato-mourisco), *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno), *Leopardus wiedii* (gato-maracajá), *Oncifelis colocolo* (gato-palheiro), *Oncifelis geoffroyi* (gato-do-mato-grande), *Puma concolor* (puma) e *Leopardus pardalis* (jaguatirica). O maior felino sulamericano, *Panthera onca* (onça-pintada) tem apenas registros históricos para a região, que é considerado Criticamente Ameaçado de Extinção no RS (FONTANA *et al.* 2003).

O *Galictis* cuja (furão), *Conepatus chinga* (zorrilho) constituem-se nas espécies da família Mustelidae de ocorrência comum para a região. Já *Lontra longicaudis* (lontra) é restrita aos cursos d'água e, apesar de persistente em ambientes perturbados, contém registros cada vez menos frequentes, e consta atualmente no Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção, categoria Vulnerável (FONTANA *et al.* 2003).

A família Procyonidae está representada na região pelas espécies *Procyon cancrivorous* (mão-pelada) e *Nasua nasua* (quati) que segundo FONTANA *et al.* (2003) sofre declínio populacional relacionado à diminuição da cobertura florestal no estado.

Em relação aos elementos da família Cervidae, estão presentes *Mazama gouazoupira* (veado-catingueiro), que constituem provavelmente na espécie de cervídeo com maior frequência registrada, porém ameaçada de extinção (Vulnerável) pela alta pressão de caça (FONTANA *et al.* 2003). *Mazama americana* (veado-mateiro) é essencialmente florestal e consta atualmente como "Em Perigo" na lista dos animais em extinção no Estado. O *Ozotoceros bezoarticus* (veado-campeiro), é uma espécie tipicamente campestre e encontra-se criticamente ameaçada de extinção no RS. (FONTANA *et al.* 2003),

Para o grupo dos roedores de médio e grande porte podemos destacar a ocorrência de *Hydrochaeris hydrochaeris* (capivara), *Myocastor coypus* (ratão-dobanhado), e *Ctenomys torquatus* (tuco-tuco), com registros comumente esperados para a região. O *Cuniculus paca* (paca), é uma das principais espécies cinegéticas do estado, vive atualmente restrita às florestas de galeria dos grandes cursos d'água e consta atualmente no Livro Vermelho da Fauna em Extinção no Rio Grande do Sul como espécie Em Perigo. (FONTANA *et al.,* 2003).

Quanto à avifauna da região, conforme a lista publicada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO, até o momento são conhecidos no Brasil 1832 espécies de aves (CBRO, 2011). Segundo BELTON (1994), são encontradas 610 espécies de aves no Rio Grande do Sul, e 466 espécies nidificantes no Estado. Destas espécies, 62 são migrantes que não nidificam aqui, mas que aparecem regularmente, e passam espaços variáveis de tempo durante o período anual de repouso sexual. A destruição dos habitats sejam eles florestas, banhados ou campos, constitui, segundo FONTANA *et al.* (2003), a maior ameaça às aves, que os levam à extinção no Rio Grande do Sul.

3.8 - GEOLOGIA

A seguir estão descritas as características geológicas regionais e locais de acordo com a localização do município de Canguçu.

3.8.1 - Geologia Regional

O município de Canguçu situa-se sobre rochas granito - gnáissicas do Escudo Sul - Riograndense (ESRG), o qual tem a gênese ligada a processos tectônicos que ocorreram durante o ciclo brasiliano há cerca de 600 milhões de anos. O modelo evolutivo da dinâmica crustal ainda é objeto de discussão.

Segundo o modelo proposto por FERNANDES *et al.* (1995), o Cinturão Dom Feliciano constitui-se no registro catazonal de um antigo orógeno que abrange a quase totalidade da área de afloramento do Escudo Sul - Riograndense, o qual está representado por associações de rochas alongadas segundo uma direção NE. Esta colagem orogênica foi originada durante a convergência entre os cratons do Rio de La Plata e o do Kalahari durante o Neoproterozóico e compreende diversas associações petrotectônicas de diferentes idades. Tais associações, reconhecidas até o presente, acompanham uma sucessão de modelos simplificados que representam os diferentes

estágios evolutivos responsáveis pela estruturação deste orógeno. As associações petrotectônicas, reconhecidas do leste para o oeste são: **(a)** A raiz de um arco magmático de margem continental ativa - Arco Magmático I - representado por grandes volumes de rochas graníticas cálcio-alcalinas que, mostra relações de intrusão em gnaisses kinzigíticos e mármores, foram deformadas e metamorfisadas em alto grau; **(b)** Associação do embasamento retrabalhado, representado pelos gnaisses do embasamento eoproterozóico e cobertura de rochas supracrustais da associação da bacia marginal tectonicamente intercaladas durante a deformação tardia com transporte paralelo ao alongamento do cinturão; **(c)** A raiz de um arco magmático de margem continental ativa pouco evoluído - Arco Magmático II -fragmentos de ofiolitose sedimentos associados, representa o assoalho oceânico da bacia marginal, e **(d)** O Cráton Rio de La Plata.

PHILIPP *et. al.* (2003) limitam o Cinturão Dom Feliciano à porção granítica do ESRG e a chama de Batólito Pelotas (Figura 5). Levantamentos geológicos e geofísicos mostram seu prolongamento para norte, em Santa Catarina, e para sul, no Uruguai (SHUKOWSKY *et al.,* 1991; HALLINAN *et al.,* 1993, BITENCOURT e NARDI, 2000).

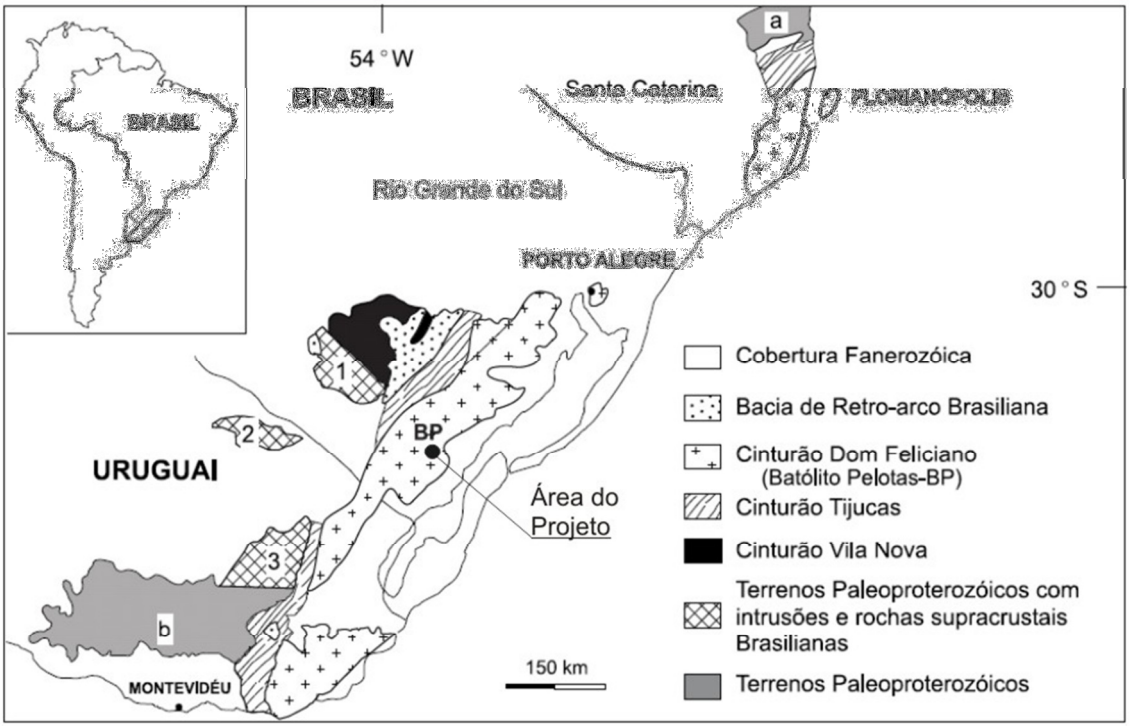

Figura 5: Principais unidades geotectônicas do sul do Brasil e Uruguai. a - Terreno Luis Alves; b - Terreno Florida; 1 - Terreno Taquarembó; 2 - Terreno Riveira; 3 - Tereno Valentines Fonte: Modificado de CHEMALE JR. (2000)

PHILIPP *et. al.* (2003) expõem os modelos tectônicos disponíveis para a

geração do magmatismo do batólito: subducção de litosfera oceânica (FIGUEIREDO *et al.,* 1990; PHILIPP, 1990; FRAGOSO CESAR, 1991; PHILIPP *et al.,* 1993; PHILIPP, 1998; CHEMALE JR., 2000), colisão continental (HARTMANN *et al.,* 2000; PHILIPP e MACHADO, 2002); fontes mantélicas modificadas durante reativação tardi a pós-colisional (BITENCOURT & NARDI, 1993 e 2000; PHILIPP, 1998; PHILIPP *et al*., 2000 e 2002a) com reciclagem crustal e com magmatismo máfico associado (PHILIPP *et al.,* 2002a, b).

Segundo PHILIPP *et al.* (2003), no Batólito Pelotas são reconhecidas as suítes graníticas Pinheiro Machado (SPM), Erval (SE), Viamão (SV), Encruzilhada do Sul (SES), Cordilheira (SC), Dom Feliciano (SDF) e Piquiri (SP), esta última constituída essencialmente por sienitos (PHILIPP, 1998; PHILIPP *et al.,* 2002a).

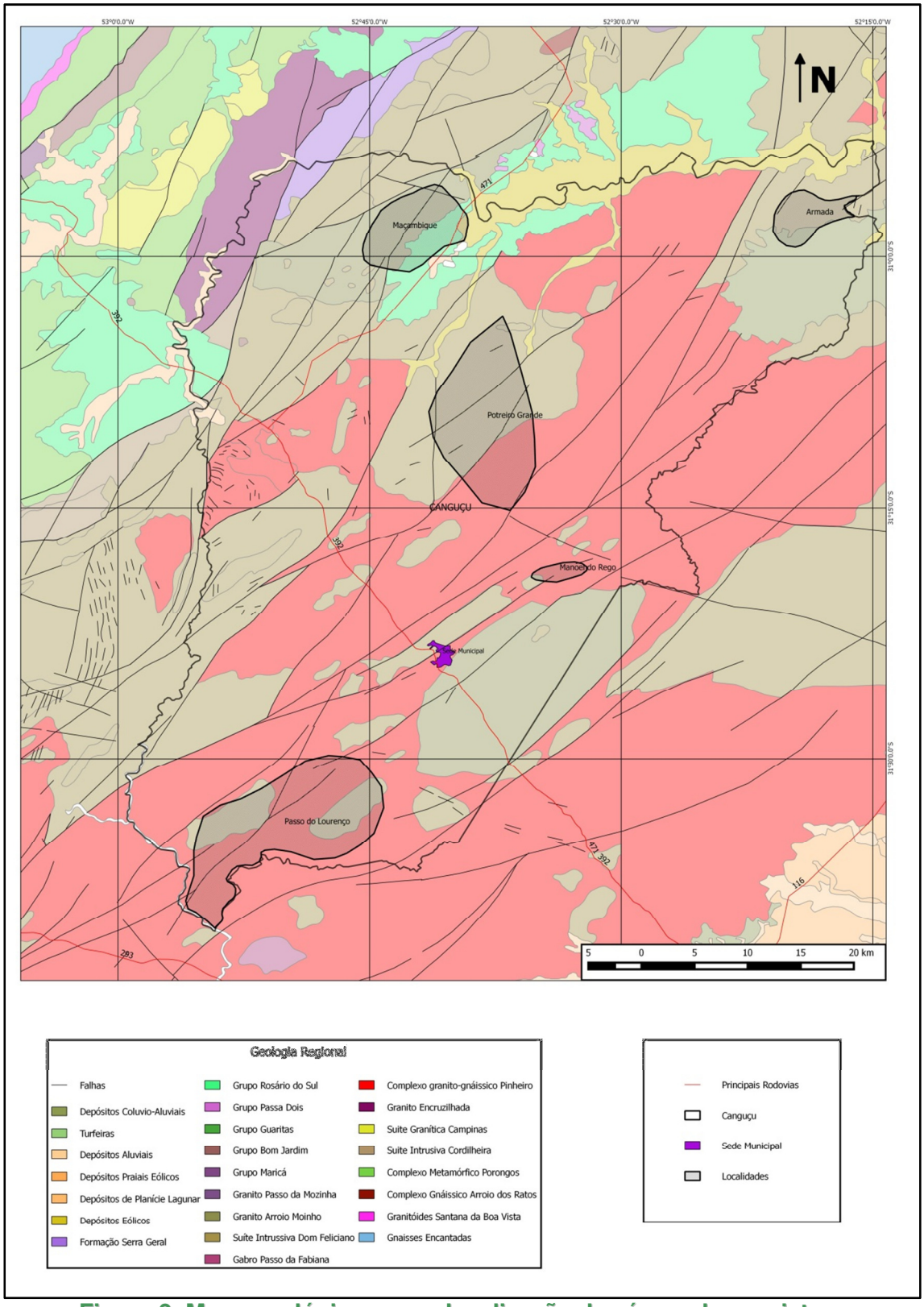

Figura 6: Mapa geológico com a localização das áreas dos projetos.

As suítes graníticas que compõem o Batólito Pelotas são reconhecidos por três grupos principais de estruturas, magmáticas e tectônicas associadas. Um grupo mais antigo, de baixo ângulo, desenvolvido em condições de deformação dúctil, e dois grupos

mais novos, de alto ângulo; um desenvolvido em condições de deformação dúctil e, outro, em condições de deformação rúptil. Estas estruturas têm sido descritas na literatura como associadas a zonas de cisalhamento, e são relacionadas respectivamente aos eventos deformacionais D1, D2 e D3 (PHILIPP, 1990; GOMES, 1990; MESQUITA, 1991; FRAGOSO CESAR, 1991; FERNANDES *et al.,* 1990 e 1992; PHILIPP *et al*., 1993; PHILIPP, 1998).

3.8.2 - Geologia Local

Localmente, as áreas dos projetos situam-se sobre as rochas do complexo granito-gnáissico Pinheiro, caracterizada, principalmente, por rochas gnaisse graníticas a granodiorítico, com idade de aproximadamente 600 milhões de anos, no qual foi constatada presença de foliações decorrentes de deformações de alta temperatura e também a presença de septos de paragnaisses. Os granitos encaixantes apresentam foliação magmática discordante da orientação do bandamento observado nos gnaisses, sendo comum o envolvimento estes por foliações primárias dispostas de modo concêntrico. Os xenólitos gnáissicos possuem formas arredondadas a subarredondadas, com dimensões centimétrias a métricas (0,20 a 3 m ou mais). Mostram contatos nítidos com a rocha hospedeira, com limites retos e curvos, podendo ocorrer também contatos gradacionais com assimilação parcial dos limites do xenólito (PHILLIP & MACHADO, 2002).

Na região, também foram encontradas rochas da Suíte Intrusiva Dom Feliciano com rochas de aproximadamente 500 milhões de anos, contendo rochas monzograníticas, variando entre porfirítico grosso a granular e homogêneo. A ocorrência de septos na SDF é muito restrita, estando limitada à presença de pequenos fragmentos dos Gnaisses Porto Alegre no interior dos granitos Independência, Santana e Canta Galo. Em outros locais do batólito, as restritas exposições limitam-se a xenólitos de gnaisses tonalíticos a granodioríticos, com formas subangulosas e de dimensões centimétricas (15 a 40 cm). Os contatos definidos e os limites retilíneos a curvos sugerem uma captura em níveis crustais elevados e com interação muito restrita entre os septos e o magma granítico (PHILLIP & MACHADO, 2002).

Ainda encontram-se sob a região, Monzogranitos com foliação nas bordas do Granito Arroio Moinho e, mais precisamente na localidade de Maçambique, conglomerados da Formação Sanga do Cabral (Grupo Rosário do Sul) e nas proximidades do Rio Camaquã arenito médio, com grãos bem selecionados e

estratificação cruzada, pertencente aos depósitos eólicos.

3.9 - ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS

A área em questão situa-se na região composta por rochas do embasamento cristalino. Nesta região o sistema de aquíferos é vinculado a um meio fraturado de rochas como granitos e gnaisses. Em função de conter um elevado teor de K-feldspato das rochas graníticas, um argilomineral, é comum que a água que percola pelo sistema de fraturamento, lixívie os planos da descontinuidade e agregue na composição os argilominerais. Ao continuar em fluxo a água irá precipitar os argilominerais, os quais serão depositados e preencherão as descontinuidades. Isto torna esta região desfavorável ao acúmulo de águas subterrâneas. Também cabe ressaltar, que em virtude do alto teor de flúor associado às rochas graníticas desta região é comum que estas águas também contenham elevados teores de flúor na composição química.

3.9.1 - Domínio Hidrogeológico

A área em questão está localizada dentro do Domínio Hidrogeológico Aquífero Embasamento Cristalino, localizando-se nas porções mais elevadas do escudo cristalino. Compõe-se principalmente de rochas graníticas maciças, gnaisses, riolitos e andesitos, pouco alterados. A ausência de fraturas interconectadas e a condição topográfica desfavorável inviabilizam a perfuração de poços tubulares, mesmo para baixas vazões (CPRM).

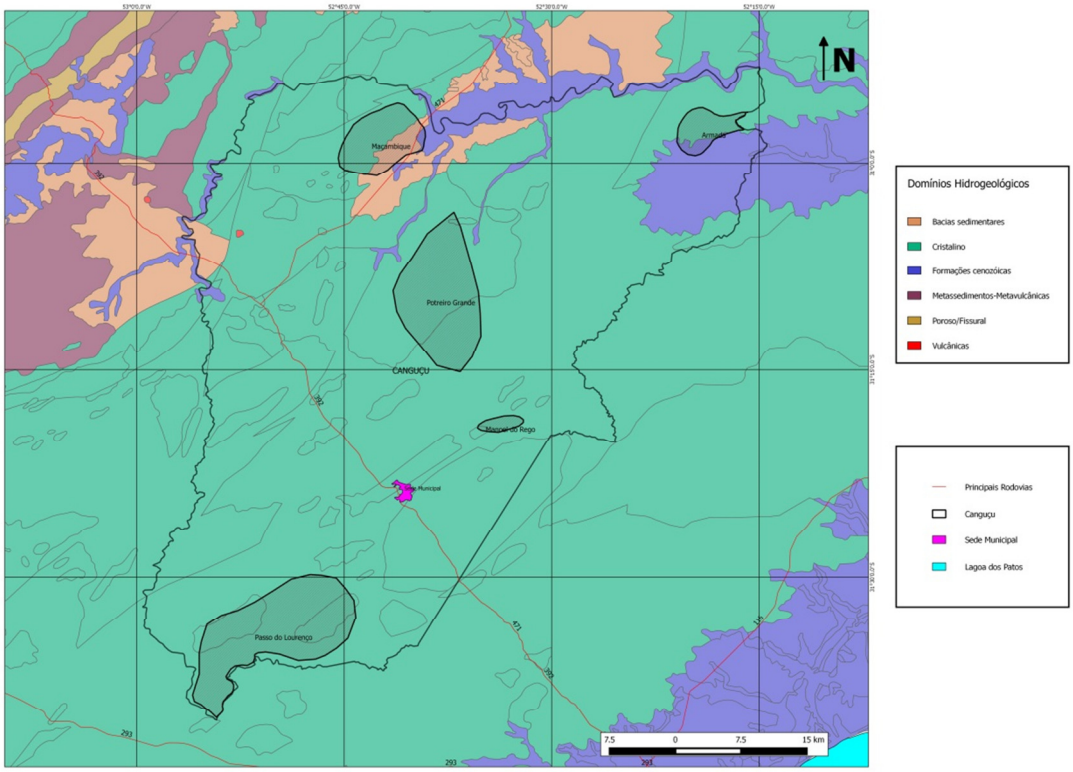

Figura 7: Localização da área no Mapa Hidrogeológico do estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Modificado de CPRM (2005).

3.9.2 - Inventário Local de Poços Tubulares

O objetivo deste inventário é obter dados de poços tubulares perfurados na região, os quais contenham as mesmas características geológicas / hidrogeológicas. Desta forma é possível prever condições de perfuração. No cadastro do poço tubular existente na localidade, não constam os dados sobre a vazão, nível de água ou recuperação do poço.

As informações que constam neste anexo são provenientes do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2011). O SIAGAS é composto por uma base de dados construída por meio de mapeamento e pesquisa hidrogeológica, onde são constantemente atualizadas as informações referentes a poços existentes em todo país.

4 - ALCANCE DO PROJETO

O horizonte / alcance do projeto está de acordo com o preconizado na Lei de Saneamento nº 11.445/2007.

5 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações técnicas, descritas a seguir, identificam os materiais utilizados durante a execução dos Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água das comunidades Maçambique, Potreiro Grande, Armada, Manoel do Rego e Passo do Lourenço, bem como expõe os dados técnicos pertinentes de cada material necessários para a construção, operação e manutenção do sistema.

5.1 - CAPTAÇÃO

O sistema de captação da água subterrânea será realizado por meio de poços tubulares profundos e bombas submersíveis. Inclui neste sistema a estrutura para condução da água captada e o sistema de tratamento por desinfecção. Também é prevista a utilização de captação de água superficial em curso de água.

5.1.1 - Poço Tubular Profundo

Poços perfurados em rochas consolidadas são isentos de revestimentos por meio de tubulação, filtro e pré-filtros. Entretanto a cimentação e o revestimento com tubo geomecânico, até 18 metros, são necessários a qualquer tipo de poço, para que se evite a entrada de água superficial no interior do poço.

De acordo com os tipos de rocha encontrados durante o desenvolvimento do poço, utilizam-se diferentes técnicas de perfuração, os quais serão definidos pela empresa responsável. As técnicas mais utilizadas são a perfuração rotativa, à percussão e à ar comprimido (roto-pneumática) (CPRM, 1998). A perfuração de poços tubulares em rochas consolidadas também inclui desenvolvimento com compressores.

Os serviços necessários para a perfuração dos poços incluem a limpeza, que consiste em remoção, mediante processos mecânicos e/ou químicos, dos resíduos da perfuração e de partículas do aqüífero e análise físico-química e bacteriológica da água. A anuência prévia e a outorga de uso da água também são serviços obrigatórios para a licença de utilização do poço.

5.1.1.1 - Anuência Prévia e Outorga

Antes de tomar qualquer medida para instalar um poço tubular para captação de água subterrânea é necessário obter a Anuência Prévia, emitida pelo DRH (Departamento de Recursos Hídricos do estado do Rio Grande do Sul). Esta anuência leva em consideração, além da probabilidade de encontrar-se no local planejado a vazão necessária ao empreendimento, o uso que será feito desta água e a demanda já

existente sobre o manancial hídrico a ser explotado.

A Anuência Prévia consiste em um projeto inicial para a construção/perfuração de poço tubular e utilização da água que será explorada. O serviço técnico deve ser formado por profissionais Geólogos e Hidrotécnicos. O projeto é então repassado ao DRH (Departamento de Recursos Hídricos) para análise e posterior aprovação. O projeto atende a todos os dispositivos técnicos e termos de referência do DRH/SEMA.

Todas as atividades são normatizadas pelas normas NBR 12.212 e NBR 12.244 e pautado pelo atendimento das seguintes legislações: Decreto Estadual 23.430/74; Lei Estadual 10.350/94; Decreto Estadual 3.703/96; Decreto Estadual 42.047/02.

Após a concessão da Anuência Prévia o interessado dispõe de 12 meses para a execução do projeto, ou seja, perfuração do mesmo. Concluído o projeto de anuência, deve ser elaborado um relatório regularizando o poço tubular profundo e outorga do uso da água contendo o perfil real do poço e a forma de dimensionamento/consumo da água subterrânea.

Poços que já existem não podem requer anuência prévia, mas devem ser regularizados, através de um processo de outorga de regularização, emitida pelo DRH.

Já a outorga de uso e captação de água é o instrumento através do qual o Departamento de Recursos Hídricos - DRH gerencia a explotação dos recursos hídricos. De acordo com a SEMA-RS (Secretaria Estadual de Meio Ambiente), conforme a Lei Estadual nº 10.350/94, a Outorga de Direito de Uso da Água é um instrumento de gestão dos recursos hídricos que o Poder Público utiliza dispõe para autorizar, conceder ou permitir aos usuários a utilização do bem público.

A outorga é necessária para qualquer tipo de captação, e garante a legalidade e assegura o uso seguro da água captada. No estado do Rio Grande do Sul, o órgão responsável pela emissão da Outorga o Departamento de Recursos Hídricos, da SEMA. Já para os usos que alteram as condições quantitativas ou qualitativas das águas o órgão responsável pela emissão da Outorga é a FEPAM.

A coordenação do procedimento de emissão da Outorga de Direito de Uso da Água é feita pelo DRH e, mais especificamente, pela Divisão de Outorga e Fiscalização (DIOUT).

Para obtenção da Outorga é necessário que os responsáveis técnicos instruam processos contendo documentos, conforme Termos de Referência,

correspondentes ao tipo de intervenção no recurso hídrico (os documentos necessários estão disponíveis no site da SEMA – http://www.sema.rs.gov.br - no item Recursos Hídricos, Outorga. O encaminhamento desses processos deverá ser feito junto aos Balcões de Licenciamento Único (BLAUs), da SEMA.

Poços que tiverem sua outorga negada, ou que se deseja abandonar o uso, deverá ser alvo de um projeto de tamponamento. Também o processo de tamponamento é regulamentado pelo DRH.

5.1.1.2 - Construção de Pocos Tubulares

A construção dos poços tubulares deve seguir as especificações técnicas da ABNT NBR 12212:1992 - Projeto de Poços para Captação de Água Subterrânea e ABNT NBR 12244:1992 - Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea, onde é recomendada contratação de uma empresa especializada na perfuração do poço, avaliações pertinentes (vazão, zonas de saturação, entre outros) e outorga. A empresa deve ser habilitada e cadastrada junto ao CREA e ao DRH, conforme Edital SEMA nº 02/2003.

De acordo com as normativas, para a escolha dos materiais que compõe os poços tubulares, existem alguns elementos necessários que devem ser considerados, como a vazão pretendida, estudo hidrogeológico e topográfico, estimativa da vazão e da profundidade do poço. Também é necessário o dimensionamento dos materiais a serem utilizados, tais como tubos lisos e filtros, bem como a definição dos trechos a serem cimentados, para a definição dos materiais de completação.

A completação constitui-se no revestimento do poço, o qual inclui a tubulação (revestimento e filtro, esse último quando necessário), o cimento (cimentação) e o cascalho (pré-filtro) quando necessário. O processo de revestimento deve ser definido quanto à natureza, resistência mecânica, corrosão, estanqueidade das juntas, manuseabilidade na colocação, e resistência às manobras de operação e manutenção.

O revestimento pela tubulação desempenha a função de sustentar as paredes do poço e conduzir hidraulicamente a água para a superfície, além de impedir a drenagem de água superficial, ou poluída, para o interior do poço (CPRM, 1998). O tubo de revestimento deve ser especificado conforme a ABNT NBR 5580 e ABNT NBR 12211.

O material utilizado para a tubulação de revestimento é o tubo de PVC geomêcânico, ou PVC aditivado, o qual carrega a característica de resistência a colapsos geomecânicos em grandes profundidades. A linha de tubos geomecânica é constituída,

geralmente, de pontas e bolsas roscáveis (rosca trapezoidal). Apesar de este material permitir uma instalação rápida e segura, a utilização deste material é restrita somente a pequenas profundidades, onde há menores pressões hidráulicas (CPRM, 1998). A Figura 8 ilustra as características do tubo em PVC geomecânico.

Figura 8: Tubo em PVC geomecânico. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2011).

A cimentação, que ocorre na porção superior do poço, e tem como objetivo evitar a contaminação por água superficial ou mineralização, ocorrendo em toda a extensão necessária para o mesmo. Além disso, ela une a tubulação de revestimento do poço e permite o fechamento do espaço anular com revestimento definitivo.

O material utilizado para a cimentação deve ser constituído de calda de cimento, onde são geralmente utilizadas suspensões em água de cimento e bentonita (CPRM, 1998). A adição de bentonita ajuda a manter as partículas de cimento em suspensão mais estáveis, reduz a contração e favorece a fluidez da mistura. A relação de cimento/água sugerido é de 1,8 e 2,25, e, se adicionado bentonita, a relação muda para 1,4 e 1,8. Já para a bentonita é sugerida a adição de 3 kg do material a cada 50 kg de cimento.

5.1.1.3 - Locação geofísica dos poços

A locação definitiva dos poços deverá ocorrer por meio de métodos geofísicos constituídos de Sondagens Elétricas Verticais (SEV) e Caminhamento Elétrico (CE), que determinarão os pontos mais favoráveis a perfuração para captação de água subterrânea.

5.1.2 - Bombas Submersas

A bomba submersa é o dispositivo ativo do sistema de captação, que adiciona energia para aumento da pressão, velocidade e elevação do fluido captado no interior do poço. Para isso, a profundidade de alocação da bomba no poço deve estar de acordo com o nível dinâmico previsto para o poço. De acordo com a NBR 12212:92, a escolha

do sistema de bombeamento deve ser feita em função dos seguintes fatores:

- Vazão de explotação;
- Diâmetro interno e profundidade da câmara de
- Bombeamento;
- Condições de verticalidade e alinhamento;
- Ensaio de vazão;
- Temperatura da água;
- Características físico-químicas da água;
- Características da energia disponível.

O conjunto moto-bomba é um dos únicos sistemas do projeto pelo qual demanda energia para deslocamento do fluido captado. A bomba utilizada pelo Projeto se enquadra no tipo de deslocamento variável, o qual é caracterizado pela variação inversa entre a vazão (Q) de bombeamento e a altura manométrica (H) a ser vencida. Ou seja, na medida em que a altura de elevação aumenta, a vazão diminui.

De acordo com os valores da vazão e da altura manométrica para cada sistema, é definido o valor da potência requerida (PR) para o bombeamento da água, consideradas também as variações de vazão e dos níveis de água. Para a escolha do modelo da bomba submersa, devem ser observadas as curvas características, com valor de rendimento (η) adequado aos valores de rendimento do poço. Em caso de grandes variações de vazão, pode ser utilizado sistema de acionamento de velocidade variável (ABNT NBR 12214, 1992).

As bombas submersas são semelhante às bombas verticais tipo turbina. O elemento bombeador, rigidamente acoplado ao motor, é formado de múltiplos corpos bipartidos radialmente, chamados de estágios. Estes estágios são estáticos e recebem o fluido do impulsor (rotor), que é parte girante da bomba (SIDRASUL, 2007). A Figura 9 ilustra a aparência típica de uma bomba submersa e seus componentes básicos.

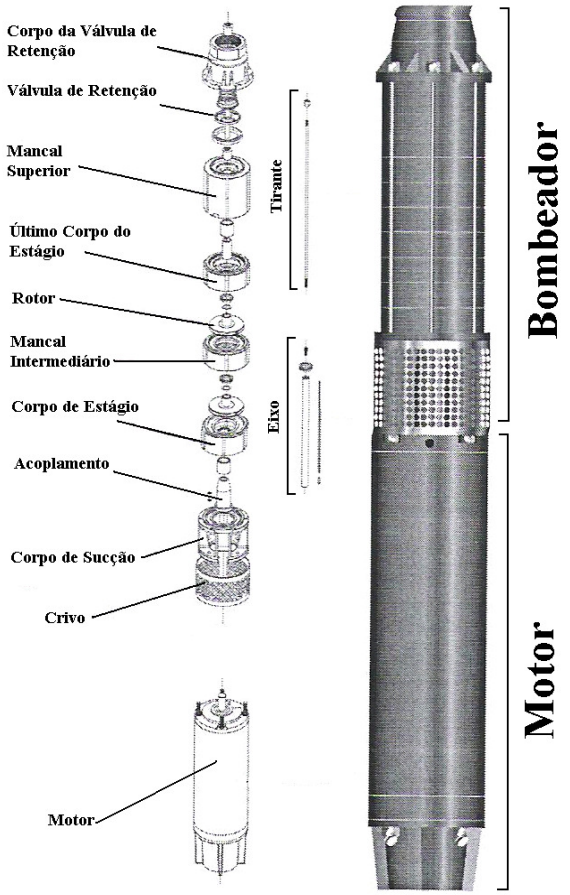

Figura 9: Conjunto Moto-Bomba e seus componentes. Fonte: SIDRASUL (2007).

De acordo com os dados técnicos fornecidos pela empresa fornecedora responsável, em profundidades iguais ou superiores a 100 m, deverá ser utilizado uma válvula de retenção intermediária. A submergência mínima da bomba recomendada é de 6 m abaixo do nível dinâmico. Os motores permitem uma sobrecarga máxima da potência em até 0,3%, e deverão ter obrigatoriamente chaves de acionamento para proteção contra a sobrecarga ou curto-circuito (CATÁLOGO BOMBAS LEÃO, 2007).

5.1.3 - Sistema de Tratamento

De acordo com a legislação brasileira, a portaria que dispõe sobre as normas de potabilidade da água exige que, para consumo humano, toda água utilizada para abastecimento da população deve ser tratada, no mínimo, com o método de purificação pela clorificação. No caso de captação por mananciais superficiais, inclui-se o método de filtração.

Para a definição do tipo de tratamento necessário, deve ser feito análise físico-química da água no ponto a ser captado, de forma a enquadrá-lo às classes de qualidade de acordo com a Resolução CONAMA nº 396 de 2008, que dispõe sobre a classificação

das águas subterrâneas. Os parâmetros de qualidade da água para consumo humano devem atender, por meio do sistema de tratamento de água, aos limites estabelecidos pela Portaria nº 518 de 2005 do Ministério da Saúde. Assim, de acordo com a qualidade apresentada pelas análises físico-químicas da água captada, deve-se estabelecer um sistema de tratamento específico para atender a estes padrões.

Visto que a análise da água somente poderá ser realizada após a perfuração do poço, para fins de planejamento, o Projeto em tela propõe somente o tratamento mínimo necessário por meio da clorificação da água.

De acordo com as características de infraestrutura e acesso da comunidade a equipamentos sofisticados e que requerem o consumo de energia elétrica, buscou-se propor um sistema simplificado de purificação da água, cujo manuseio não necessite de mão-de-obra específica e não exija gastos com eletricidade.

Dessa maneira, o sistema de tratamento proposto pelo Projeto em tela é um sistema mecânico, onde é utilizado um aparelho dosador automático com produtos de clorificação sólidos (pastilhas de cloro) que, por meio da passagem do fluxo de água por estes tabletes, esta é clorificada. O método de dosagem, por sua vez, é diretamente ligado com os valores da vazão e da velocidade da água.

As pastilhas de cloro são mais simples de serem manuseadas e apresentam menos riscos para o mesmo. As pastilhas de cloro são constituídas, geralmente, de hipoclorito de cálcio ou tricloro isocianúrico de sódio, com bases que variam de 65 a 90 %. Importante é que os insumos sejam adquiridos pela mesma empresa fornecedora do equipamento utilizado para a clorificação e que estes estejam estocados para eventuais reposições.

A vantagem da utilização das pastilhas sólidas de cloro está na autonomia do sistema por um tempo prolongado onde a liberação e a estabilidade são constantes, não requer preparo de soluções cloradas, as chances de perda decorrentes do processo são pequenas e não há riscos de reação por parte de operador pelos aerodispersóides.

A água distribuída para consumo humano deve apresentar um teor de cloro residual livre de 0,5 mg/l, e para cada ponto da rede de distribuição deve conter, no mínimo, 0,2 mg/l. è recomendado também, por meio da Portaria nº 518, que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos. Para controle destes parâmetros, é proposto a aquisição, por parte do operador responsável, de kit teste com reagentes para a avaliação do pH e do cloro total presente na água.

Para a eficiência de equipamentos de clorificação mecânicos, deve-se também estabelecer as faixas de vazão e pressão mínimas para o adequado funcionamento, de acordo com dados fornecidos pela empresa responsável. A unidade de tratamento deve ser devidamente isolada em uma área de proteção sanitária para evitar o acesso de animais, pessoas não autorizadas, ou para não haver qualquer risco de contaminação, alteração ou estrago do sistema.

O sistema de tratamento proposto funciona de forma simplificada e o processo de dosagem ocorre por condução da água, por meio de um recalque, para as cabines onde estão as pastilhas de cloros. A água passa pelas pastilhas de cloro recebendo os teores de cloro necessários para o tratamento da água. Para alcançar estes valores, deve-se controlar a vazão e o tempo necessário de contato da água com o cloro, por meio de dispositivos como válvulas ou registros, para que se alcancem as doses necessárias para a desinfecção da água de acordo com os parâmetros estabelecidos na legislação. A Figura 10 e a Figura 11 expõem, em forma de croqui, este tipo de funcionamento mecânico do sistema proposto. Detalhes técnicos mais específicos, relacionados ao equipamento escolhido, são fornecidos pela empresa responsável.

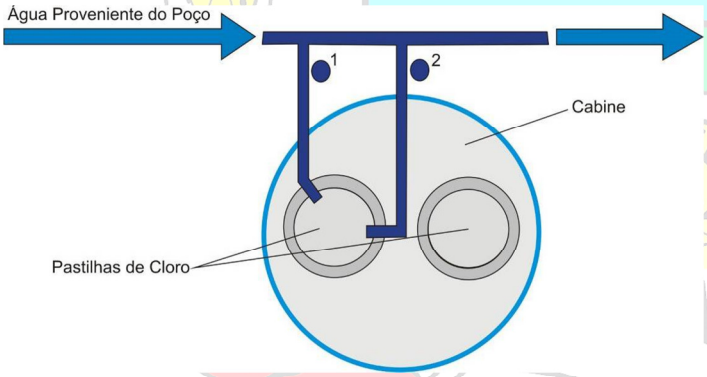

Figura 10: Croqui do equipamento dosador de cloro. FONTE: LICS (2011).

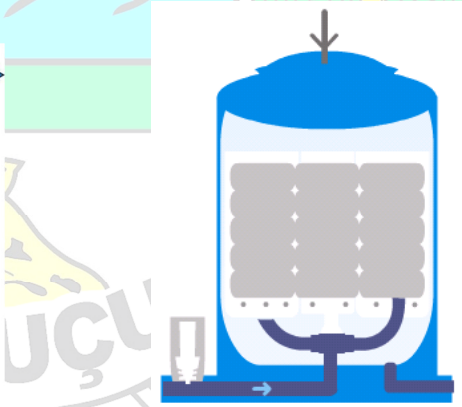

Figura 11: Vista de corte do equipamento proposto para o tratamento. FONTE: LICS (2011).

5.1.4 - Captação de água superficial

O projeto prevê a captação de água superficial, por meio da implantação de barramento com enrocamento com blocos de pedra para a elevação de nível, e crivo constituído com tubo perfurado. A água captada é conduzida até um tanque para reservação em poliéster reforçado com fibras de vidro, a partir do qual será instalado um sistema de bombeamento para adução até o reservatório superior. (Figura 12)

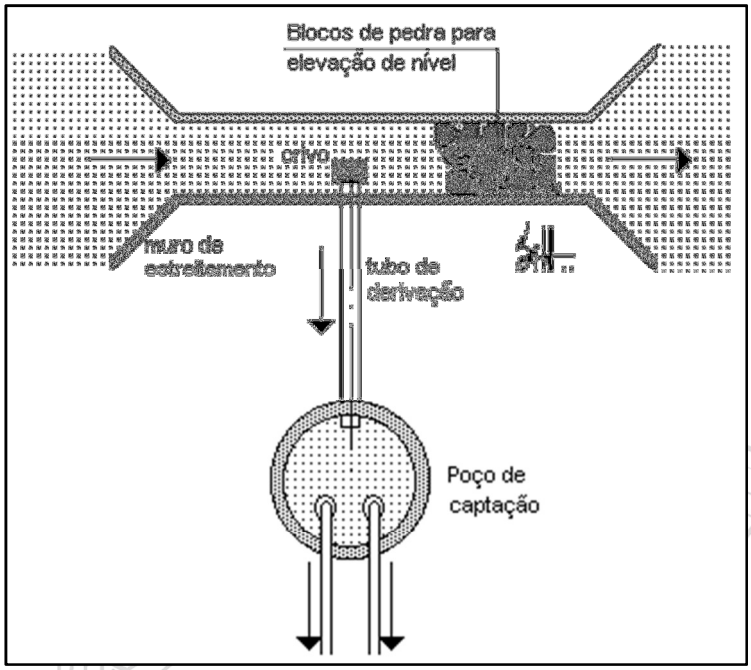

Figura 12: Croqui do sistema de captação superficial proposto

No tubo de derivação serão instalados dispositivos para o tratamento preliminar da água com desarenador e dois filtros subsequentes, compostos de tanques e leito filtrante, acionados por comando automatizado.

Os tanques deverão ser produzidos em uma peça única, com revestimento em polietileno transparente de alta densidade e encapsulado com polímeros de engenharia, com diâmetro de 16" e altura de 65". O leito base e o leito filtrante serão constituídos por zeólitas.

Deverão ser instaladas duas válvulas automáticas, construídas em latão sem chumbo, com capacidade máxima de filtragem de 5m³/hora, para o controle automatizado dos processos de filtragem, retro-lavagem e enxague.

Também deverão ser instaladas válvula de retenção e rotâmetro com capacidade de medição do volume de 500 a 5.000 litros.

5.2 - ADUÇÃO

O sistema de adução consitui-se no sistema de condução da água, desde a sua saída no poço tubular até a chegada ao reservatório. A sua construção deve obedecer às normas da ABNT NBR 12212:1991 - Projeto de Adutora de Água para Abastecimento Público e seguir de acordo com o dimensionamento hidráulico e estrutural apresentado pelo Projeto em tela. Os materiais que compõem o sistema de adução é tubulação em PEAD e outros acessórios relacionados, os quais estão descritos a seguir:

- Válvula de Retenção;

- Registro de Gaveta;
- Hidrômetro;
- Junta Gibault;
- Colarinho.

5.2.1 - Tubos e Conexões em Ferro Fundido

Na extremidade do poço tubular, onde há a saída da tubulação de completação, a tubulação de adução é de material de ferro fundido, visto as as conexões das demais unidades da adutoras serem do mesmo material. O ferro fundido é uma liga metálica composta de ferro e carbono, este último com teor de 2,2 a 4,5%, o qual possui propriedades bastante conhecidas, tais como: resistência mecânica, resistência à corrosão, etc. Para esta tubulação de saída, o valor adequado da pressão nominal (PN) é 10 e do diâmetro nominal (DN) é 50. O mecanismo de junção proposto é por flanges. As conexões que compõe este trecho da adutora são as Curvas, Tê, Luva Roscável e Junta Gibault.

5.2.1.1 - Curvas e Tê

As conexões em Curvas e o Tê além de exercerem a respectiva função de conectar as unidades da adutora, também direcionam a tubulação de acordo com as orientações necessárias para o fim relativo ao sistema proposto. As curvas necessárias para a proposta do sistema são de 90° e 45°, enquanto que o Tê, com extremidades DN 50, direciona a adutora para o sistema *by pass*, o qual se constitui em um caminho alternativo por onde se pode fazer fluir o líquido em casos de manutenção deste sistema. A Figura 13 e a Figura 14 expõem as características das junções em Curva e Tê com extremidade flangeada, proposto pelo Projeto em tela.

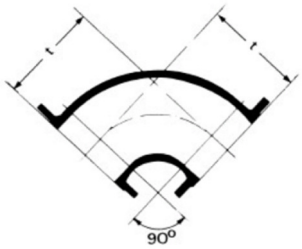

Figura 13: Desenho técnico representativo da conexão em curva. Fonte: CATÁLOGO DIGITAL SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÕES - LINHA DE ADUÇÃO DE ÁGUA (2006).

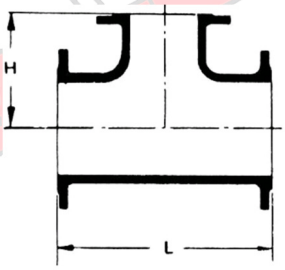

Figura 14: Desenho técnico representativo da conexão em tê. Fonte: CATÁLOGO DIGITAL SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÕES - LINHA DE ADUÇÃO DE ÁGUA (2006).

5.2.1.2 - Luva Roscável

A luva roscável em ferro fundido faz a união de dois componentes, de materiais distintos, do sistema de adução. Ela é composta por roscas internas que permitem a transição do tubo em PVC Geomecânico para a conexão em curva 90° em Ferro Fundido flangeado, o que permite a união da tubulação de revestimento do poço tubular com a adutora. Para isso, a luva roscável deve ter uma extremidade roscável e outra flangeada. As características de uma luva roscável simples (com ponta) estão expostas na Figura 15.

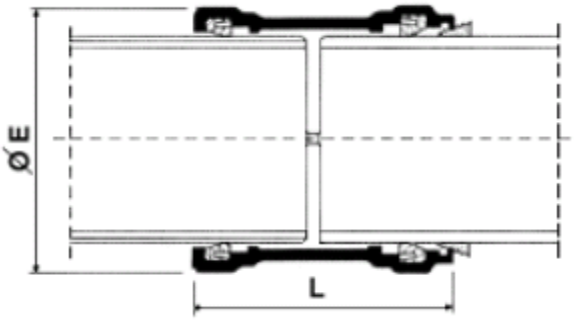

Figura 15: Desenho técnico representativo da luva de transição simples. Fonte: CATÁLOGO DIGITAL SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÕES - LINHA DE ADUÇÃO DE ÁGUA (2006).

5.2.1.3 - Junta Gibault

A junta Gibault se destina a ligar entre si duas extremidades lisas (pontas) provenientes das duas Válvulas de Retenção do sistema, e permite montar e desmontar sem que se tenha de mexer nas partes restantes. Este tipo de ligação é do tipo “não rígido” que permite o movimento axial das partes constituintes da ligação.

A junta Gibault é composta de: uma luva central que cobre, em partes iguais, as duas extremidades dos tubos cilíndricos a serem unidos e sobre os quais desliza com bastante folga; duas arruelas de borracha de secção quadrada, uma para cada lado da luva central; dois flanges especiais, nos quais se encaixa a luva central, que por sua vez são atravessados pelos parafusos que apertam a junta. A junta Gibault é constituída de ferro fundido e possui diâmetro nominal (DN) 50 e pressão nominal (PN) 10. A Figura 16: Desenho técnico representativo da Junta Gibault. Fonte: CEHOP - TUBOS E CONEXÕES EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL (2011).Figura 16 expõe as características da junta Gibault.

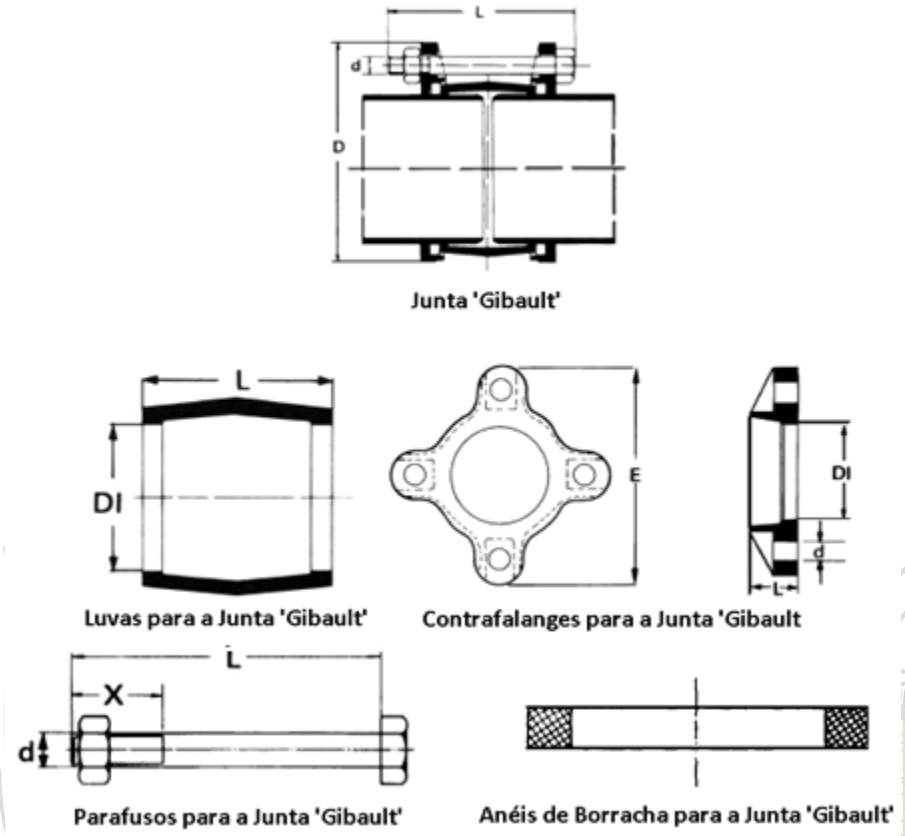

Figura 16: Desenho técnico representativo da Junta Gibault. Fonte: CEHOP - TUBOS E CONEXÕES EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL (2011).

5.2.1.4 - Conexões em Flange

O flange é o tipo de ligação o qual garante não só a resistência da conexão frente ao trabalho sob pressão, mas principalmente à facilidade de montagem e desmontagem dos componentes da tubulação. Uma conexão flangeada é composta de um par de flanges, arruelas de borracha, parafusos com porcas e juntas de vedação e um jogo de parafusos. A normalização deste tipo de conexão Flanges deve obedecer às normas ABNT NBR 12430, ABNT NBR 14968 e ABNT NBR 7675 nas classes PN 10, PN 16 e PN 25. A Figura 17 expõe as características do tipo de conexão por flange.

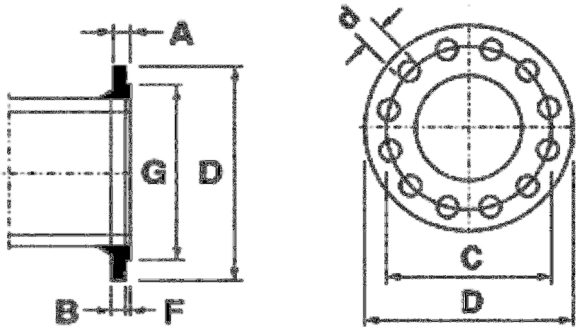

Figura 17: Desenho técnico representativo do sistema de junta por Flange PN 10. Fonte: CATÁLOGO DIGITAL SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÕES - LINHA DE ADUÇÃO DE ÁGUA (2006).

5.2.2 - Válvula de Retenção

As válvulas de retenção são equipamentos que permitem o deslocamento de água em um só sentido, cuja instalação protege o sistema contra refluxo de água, principalmente em momentos onde a bomba é desligada ou há extravasamento de água pelo sistema, enquanto mantêm a coluna d'água. Nesse sentido, deve-se verificar, no momento da instalação, que a portinhola abra no sentido do fluxo (geralmente há indicação do fluxo no equipamento).

Geralmente são instaladas no início das tubulações de recalque, entre a saída das bombas e antes dos registros (válvulas de gaveta), para proteção das bombas contra os golpes de aríete, resultantes da cessação brusca do escoamento, especialmente por falta de energia elétrica. Esse posicionamento é o mais adequado, pois facilita inspeções e consertos eventuais (DEC/UFCG, 2011).

A válvula de retenção proposta pelo Projeto em tela é do tipo portinhola dupla, cuja diferenciação em relação à portinhola única se dá em função da vazão e da pressão; com extremidades flangeadas, em material de ferro fundido e diâmetro nominal (DN) 50. A Figura 18 representa um croqui esquemático do sistema de funcionamento da válvula de retenção e a Figura 19 representa o sistema em portinhola dupla.

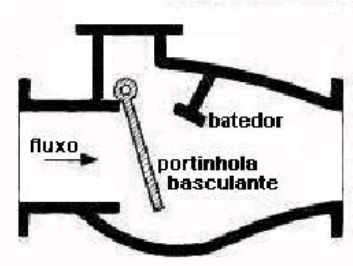

Figura 18: Desenho representativo da válvula de retenção com portinhola única (basculante). Fonte: DEC/UFCG (2011).

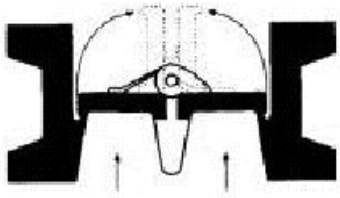

Figura 19: Desenho representativo do sistema de retenção por portinhola dupla. DEC/UFCG (2011).

5.2.3 - Registro de Gaveta

Também chamada de válvula de gaveta, ela exerce a mesma função destes dispositivos, os quais são destinados a estabelecer, interromper e controlar o fluxo de água na tubulação. Dessa maneria, ela pode trabalhar completamente fechada, interrompendo o fluxo de água para eventuais manutenções ou pode trabalhar completamente aberta, onde a perda de carga é desprezível. O seu fechamento parcial exerce, então, a perda de caraga necessária para diminuir a vazão, pressão e velocidade do fluxo de água. Entretanto, as valvulas de gaveta não são recomendadas para a regulagem do fluxo, e sim o bloqueio do mesmo.

Existem registros de gaveta oval e chato, este último, proposto pelo Projeto em tela, é destinado a trabalhar em menores pressões. O mecanismo de acionamento das manobras pode ser por meio de cabeçote, o qual exige a chave “T” e geralmente ocorre em tubulações enterradas (o que necessita de pedestal de manobra), ou volante, este último proposto pelo Projeto em tela, visto a facilidade de operação e pelo fato de sua instalação ser na superfície (tubulação aparente).

Para o sistema de adução, são propostos dois registros de gaveta chato, em material de ferro fundido e conexão por flange, com o diâmetro nominal (DN) 50. O primeiro registro de gaveta do sistema de adução é destinado para abrir o escpape do sistema *by pass*, o qual é um mecanismo que desvia a tubulação a um caminho alternativo para eventuais manutenções do sistema. Já o segundo resgistro de gaveta faz o fechamento para permitir o desvio para o sistema *by pass*. A Figura 20 exemplifica a posição ocupada pelo registro de gaveta, com canalizações flangeadas e a junta Gibault de montagem.

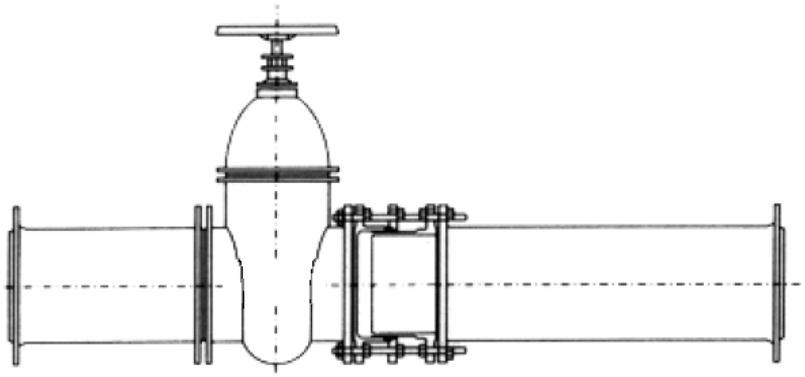

Figura 20: Desenho técnico representativo do registro de gaveta e acessórios de montagem no sistema de adução. Fonte: Catálogo Digital Cardinal Tubos e Conexões - Válvulas e Registros de Gaveta (2011).

5.2.4 - Hidrômetro

O hidrômetro é um instrumento de medição volumétrica, destinado a medir continuamente, memorizar e mostrar o volume de água captado. Existem dois tipos de hidrômetros, os volumétricos e velocimétricos, este último proposto pelo Projeto em tela visto a capacidade de medir em vazões mais altas, apesar de não apresentar a mesma precisão que o hidrometro volumétrico. Deve ser especificada a faixa de vazão - vazão máxima e vazão mínima - em que o hidrômetro irá trabalhar, de modo a prever a precisão de leitura com valores de erros admissíveis. No caso deste equipamento, o qual pertence à adutora onde a medição de água é individualizada, deverá atender a uma determinada vazão instantânea variável.

O equipamento deve ser submetido a testes de ensaio hidrostático da Portaria do INMETRO nº 264, onde também são avaliados os valores de perda e caraga gerado pelo hidrômetro. A empesa fornecedora do hidrômetro é responsável pelo detalhamento e a especificaçõ técnica do equipamento, bem como os cuidados e requisitos exigidos por este equipamento.

5.2.5 - Conexões de Transição PEAD x Ferro Fundido

A transição do primeiro trecho da adutora em ferro fundido é convertido em material de PEAD pelo colarinho para flange, para diâmetro nominal (DN) 50 e pressão nominal (PN) 10, o qual se caracteriza como uma junta mecânica com soldagem no tubo em PE.

O colarinho consiste em uma peça de PE injetada ou usinada que é soldada ao tubo de PE, e um flange solto de aço, com furação padrão DIN (ABNT). A vedação entre as flanges é feita por manta de borracha. As dimensões do colarinho são definidas

pela DIN 16963. Tem um ótimo desempenho, devendo contudo, assegurar-se que a ligação entre os flanges não fique submetida a esforços de torção e flexão, que poderiam levar a uma ruptura do colarinho ou da solda com o tubo (BRASTUBO, 2011). A Figura 21 representa a transição da tubulação em PE para ferro fundido pelo colarinho com flange, e a Figura 22 representa o colarinho para flange.

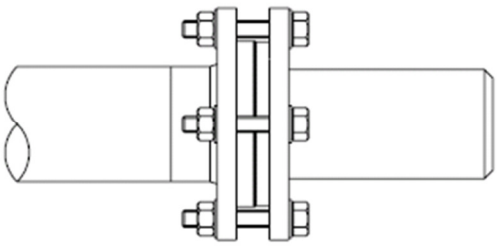

Figura 21: Colarinho/Flange com outros materiais (PExF°F° ponta flange). Fonte: CATÁLOGO VIRTUAL POLY EASY (2004).

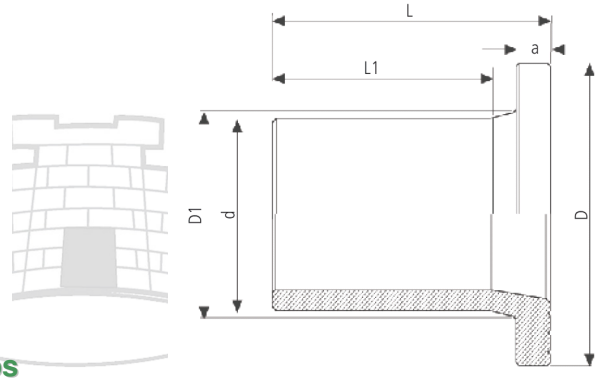

Figura 22: Desenho técnico representativo do colarinho para flange. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2011).

5.2.6 - Conexões de Transição PEAD x PVC

A transição da tubulação em PEAD para PVC, para diâmetro nominal (DN) 50 e pressão nominal (PN) 10, ocorre na ligação do sistema com o sistema de tratamento, o qual, característicamente, utiliza tubulação em PVC para compor o equipamento de desinfecção. O adaptador o tubo em PVC roscável/soldável à adutora em PEAD. O adaptador em PEAD é constituido em uma bolsa para interligação por compressão através de garras ao tubo de PEAD, e uma extremidade macho com rosca BSP.

5.2.7 - Tubulação Adutora (PEAD)

A adução da água captada na comunidade ocorre tubulação com diâmetro externo (DE) 50 e pressão nominal (PN) de 10 a 16, de acordo com o fornecedor do material. O material para a tubulação da rede é o PEAD (Polietilento de Alta Densidade), caracterizado como tubo PE 80. A norma de referência é a ABNT NBR 15561:2007 “Sistemas para distribuição e adução de água e transporte de esgoto sanitário sob pressão - Requisitos para tubos de polietileno PE 80 e PE 100”, com versão corrigida em 2011.

5.3 - RESERVAÇÃO

O sistema de reservação da água captada, além da respectiva função, tem como objetivo gerar uma altura razoável para que a pressão da água seja o suficiente

para a sua distribuição ao longo da rede, sem a necessidade de bombeamento durante o percurso. Somada à cota de alocação do reservatório uma área relativamente alta, a altura do reservatório escolhido para o Projeto em tela deve levar em consideração as premissas relacionadas ao dimensionamento hidráulico do sistema de reservação, de forma a respeitar as alturas dos níveis de funcionamento do mesmo (mínimo, médio e máximo).

Para o reservatório proposto, foi indicado o modelo tipo taça sem água na coluna. A Figura 23 representa a característica física deste tipo de reservatório.

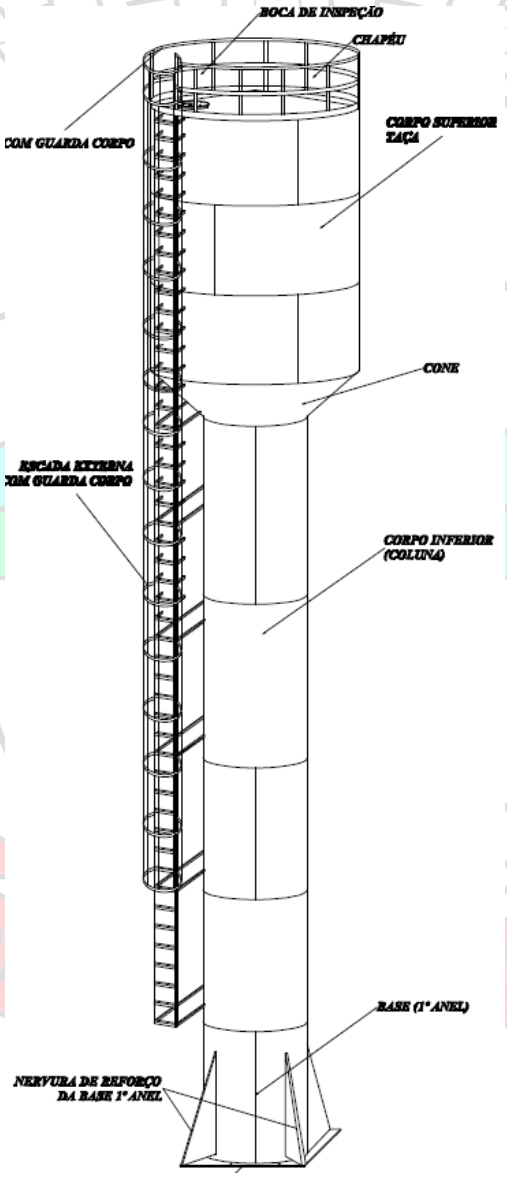

Figura 23: Reservatório tipo taça em aço carbono. Fonte: MULTCAIXAS (2011).

É proposto a escolha de reservatórios em aço (USI SAC 300 da Usiminas, ou similar), acompanhados de certificação de inspeção nas espessuras indicadas, com soldas executadas interna e externamente. A empresa deve seguir as seguintes normas

para construção do reservatório:

- ABNT NBR 12217/1994 - Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público;
- ABNT NBR 89/1978 - Construção de tanques metálicos;
- ABNT NBR 5008 - Chapas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais;
- ABNT NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural;
- AWS A5.5 - Especificação de eletrodos revestidos, de aço de baixa liga para soldagem por arco elétrico;
- AWS A5.18 - Especificação de arames cobreados e sólidos, para soldagem por sistema semi-automático e manual (MIG).
- Os acessórios que compõem o reservatório, devem ser composto das seguintes unidades:
- Escada interna fixa para manutenção e limpeza;
- Escada externa fixa tipo marinheiro;
- Bocal de visita no teto (500 mm altura);
- Suporte para bóia elétrica;
- Suporte para fixação da tubulação na coluna.

5.3.1 - Tubulação de entrada de saída

A entrada de água ocorre por meio de uma tubulação, extendida da adutora, em PEAD PE 80 e diâmetro externo (DE) 50, fixada à estrutura externa do reservatório. Logo após à saida da adutora segue-se pela transição para material em ferro fundido por meio de colarinho para flange (PEAD x Ferro Fundido, como especificado anteriormente) e flange avulso, para inserção da válvula borboleta *Wafer*, seguida novamente pela transição para PEAD.

A tubulação então segue rente pela estrutura de reservação por meio de conexões em joelho (Jo) 45 e 90 e DE 50, unidas por eletrofusão. O polietileno é facilmente fundível sob efeito da temperatura, onde as juntas deste tipo de material são soldáveis por meio de eletrofusão, entre outros métodos. A solda por eletrofusão tem vantagem no que diz respeito a sua execução, que é praticamente automatizada por equipamentos específicos, o que diminui o risco de erro na execução.

A saída ocorrre por meio de uma tubulação em PEAD PE 80 de diâmetro externo (DE) 50, fixada rente à estrutura do reservatório, seguida no final pela transição, por meio do colarinho para flange e flange avulso, para iserção da válvula boroboleta *Wafer*, para finalmente seguir para a rede de distribuição. A entrada ocorre na altura máxima e a saída na altura miníma do reservatório. O extravasador é constituido de tubulação e conexões em PEAD PE 100 e diâmetro externo (DE) 100.

De acordo com a a NBR 12217, tanto a entrada quanto a saíde de água deve ser dotada de sistema de fechamento por válvula, manobrada por dispositivo situado na parte externa do reservatório. Caso a entrada da água ocorrer afogada, esta deve ser dotada de um sistema que impessa o retorna da água, assim como na saída de água deve-se impedir a formação de vórtice e entrada de ar na canalização. É interessante que o reservatório seja dotado de um sistema de descarga de fundo.

5.3.2 - Válvula Borboleta Wafer

A válvula boeboleta é um tipo de válvula de regulagem que se destinam ao controle de fluxo, a qual trabalha em qualquer posição de abertura interna, inclusive para eventuais bloqueios totais. A válvula boroboleta *Wafer*, corpo em ferro fundido, tem o sistema de acionamento por alavanca, e sistema de regulagem por disco fixado por meio de semi-eixos com encaixes sextavados minimizando as folgas. Os atuadores são do tipo alavanca com placa de fixação, caixa redutora e volante, atuadores pneumáticos de dupla ação, retorno por mola, dosador e atuadores elétricos. A válvula possui sede de vedação facilmente substituível, com diversas opções de elastômeros..

5.4 - Rede de Distribuição

O material para a tubulação da rede é o PEAD (Polietilento de Alta Densidade), o qual a norma de referência é a ABNT NBR 15561:2007 “Sistemas para distribuição e adução de água e transporte de esgoto sanitário sob pressão - Requisitos para tubos de polietileno PE 80 e PE 100”, com versão corrigida em 2011. Os tubos em Polietileno (PE) apresentam as seguintes características (BRASTUBO, 2011):

- Peso específico: 0,945 a 0,962 g/cm^3;
- Módulo de Elasticidade (PE 80): 9.000 kgf/cm^2 a 12.000 kgf/cm^2;
- Rogosidade: Coeficiente C - 150 (Hanzen-Williams);
- Alta resistência ao impacto e à maioria dos agentes químicos;
- Atóxico e baixo efeito de incrustação.

Os tubos em PEAD também são de fácil manuseio e instalação, visto que permitem a utilização de juntas mecânicas, tanto entre materiais de mesma natureza, quanto entre materiais de natureza distinta; devido ao baixo peso específico e ao alta flexibilidade para o transporte e manuseio; e ao baixo índice de rugosidade no interior dos tubos, auxiliando na eficiência hidráulica.

O Projeto proposto para a comunidade utiliza, para o sistema de distribuição de água, tubulação em PEAD PE 80 com os seguintes valores de dimensionamento:

- Pressão Nominal (PN) 10 a 16;
- Diâmetro Externo Nominal (DE) 50 mm;

Além da tubulação, são utilizados também juntas em PEAD para direcionamento multilaterais da tubulação, que são as curvas e os tês. Dependendo de cada Projeto, podem ser utilizados curvas, ou 'joelhos', de 45°, 90° e 30°; tês, ou forquilhas, simples ou duplas, de 45° e 90°. A variedade de produtos estão disponíveis de acordo com a oferta de cada empresa fornecedora.

5.4.1 - Conexões

Os tubos de PE podem ser unidos através de soldagem ou juntas mecânicas. Dentre os métodos de soldagem temos:

- Soldagem por termofusão: de topo, soquete ou sela;
- Soldagem por eletrofusão: tipo luva e sela;
- Juntas mecânicas: conexões de compressão, colares de tomada, colarinho/flange, juntas de transição PE x Aço.

Cada um destes sistemas oferece um conjunto de peças, ou conexões, para curvas, derivações, tês, reduções, etc.

Para redes de água, são recomendadas soldagens por termofusão de topo, enquanto que a conexão por soldagem em termofusão tipo sela é recomendada para ligações prediais. A soldagem de topo por termofusão pode ser utilizada para qualquer diâmetro de tubo, todavia é mais adequada para tubos de DE ≥ 63. É a forma de união mais tradicional e aplicada em tubos de PE. Apresenta uma história de grande confiabilidade, segurança e desempenho. Neste tipo de soldagem, os tubos ou conexões são soldados topo a topo, desta forma, para a união de tubos, não necessita peças de conexão. As conexões para solda de termofusão de topo são aplicadas para executar-se transições, tês, curvas de pequenos raios ou reduções. As conexões para soldas de

termofusão de topo são conexões tipo ponta, isto é, as suas dimensões na região de soldagem correspondem às dimensões do tubo equivalente.

Já a soldagem tipo sela por termofusão é utilizada para fazer-se derivações de linhas, ou ligações de ramais. Aplica-se para tubos de DE ≥ 63, sendo que os tubos de DE 63 devem ter SDR ≤ 11 e os tubos de DE > 63 devem ter SDR ≤ 17. Consiste na soldagem de uma conexão injetada ou usinada, que possui uma base em forma de sela, que assenta sobre o tubo. Através de um dispositivo térmico de aquecimento, funde-se o material da base da conexão e da superfície externa do tubo, comprimindo-se, a seguir, a peça contra o tubo, promovendo-se a interação das massas fundidas, até que resfriem.

A soldagem por eletrofusão também é recomendada para redes e ramais de água devido ao baixo custo e apresenta grande segurança e facilidade de execução. É utilizada para tubos de DE 20 a 315 e com SDR ≤ 17. Este tipo de solda emprega uma conexão provida de uma bolsa, ou sela, respectivamente denominadas como do tipo bolsa ou do tipo sela, que possui uma resistência elétrica espiralada incorporada, cujas extremidades são conectadas a terminais que se localizam na parte externa da peça e que, quando submetidas a determinada intensidade de corrente elétrica e tempo, geram calor a fim de possibilitar a solda da peça ao tubo, cuja superfície externa é concomitantemente fundida. As conexões de eletrofusão são produzidas por injeção e são do tipo sela ou bolsa. As de sela podem ser do tipo Sela simples (Tê de sela) ou Sela com punção (Tê de serviço ou *Tapping Tee*).

5.4.2 - Ligação Predial

O número de ligações predias estão diretamente relacionados ao número de economias atendidas até o final de plano. As peças que compõem a ligação predial são as seguintes:

- Tê de serviço;
- Unidade de Medição e Controle.

O tê de serviço tem como função fazer a derivação da rede de distribuição de água e instalação do ramal pedial. O material é polipropileno (PP), as dimensões DN 50 x 25 e Pressão Nominal até 16 kgf/cm². Para acoplamento da tubulação, o semi-colar inferior apresenta ranhuras radiais (para os tubos em PVC) e o semi-colar liso para tubos de PE ou PVC, com articulação para abertura do colar e apenas dois parafusos de fixação. Alguns tê de serviço apresentam dericvação com ângulo de 30° em relação ao eixo vertical. A Figura 24 apresenta as características do tê de serviço.

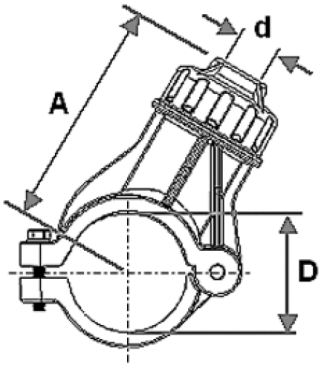

Figura 24: Desenho técnico representativo do Tê de Serviço. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2011).

Após o ramal predial, segue-se pela unidade de medição para compor a ligação predial. É um conjunto de peças o qual eleva a tubulação para regulagem, medição da vazão e transição para a rede residencial. Esta unidade também é composta pelo hidrômetro, um aparelho de obrigatoriedade para usuários consorciados da rede pública de água, utilizado para medir consumo de água na residência.

O hidrômetro é dotado de uma turbina que se move com a passagem da água. Ao girar, a turbina coloca em movimento um sistema de relojoaria que faz o mostrador indicar com precisão o volume de água que passa pela tubulação. Se o fluxo de água é pequeno, o ponteiro roda lentamente, indicando um consumo menor. Se o fluxo é grande, faz o ponteiro girar mais depressa, sinal de consumo elevado. A Figura 25 e a Figura 26 respresentam as características da unidade de medição com o hidrômetro.

Figura 25: Característica física da unidade de medição e controle com hidrômetro. Fonte: CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2011).

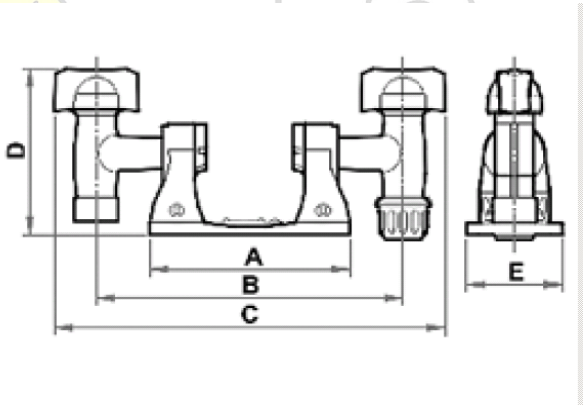

Figura 26: Desenho técnico representativo da unidade de medição e controle. CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE (2011).

5.5 - PROJETO ELÉTRICO

O Projeto elétrico diz respeito ao sistema de acionamento e desligamento da bomba, de acordo com os níveis de reservação. As unidades que compõe o projeto

elétrico estão descritos a seguir.

5.5.1 - Quadro de Distribuição Geral (QDG)

O QDG deverá ser de sobrepor, fabricado em chapa 12 USG, com acabamentos nas partes aparentes, pintado com tinta epóxi na cor RAL 7032. Deverá ter proteção mínima IP54.

Possuir previsão de disjuntor geral, e local para protetor de surtos, ligado após o disjuntor geral. As portas terão abertura através de dobradiças e ser dotadas de fechadura movimentada por chave, permitindo a inversão do sentido de abertura da esquerda para direita e vice-versa.

Os equipamentos e componentes instalados no interior dos quadros deverão ser montados sobre bandejas removíveis.

O quadro terá espelho metálico, que visa evitar o contato do usuário com partes vivas da instalação, devendo ser articulado e dotado de fechadura com chave, para facilitar a manutenção.

O espelho terá plaquetas identificando o número dos circuitos.

Os barramentos serão de cobre eletrolítico de teor de pureza maior que 99%, pintados nas cores vermelha (fase), azul claro (neutro) e verde (terra). Os pontos de ligação receberão tratamento à base de estanho e prata.

Os barramentos, com capacidade compatível com disjuntor geral, deverão ser montados sobre isoladores de *epóxi* ou *premix*, fixados por parafusos e arruelas zincados, de forma a assegurar-se perfeita isolação e resistência aos esforços eletrodinâmicos, em caso de curto-circuito de nível mínimo de 20 kA. As interligações entre barramentos serão dotadas de arruelas de pressão.

Disjuntor: Os disjuntores do QDG deverão ser em caixa padrão DIN, dotado de elemento térmico e magnético com capacidade de ruptura mínima de 5 kA / 240 VCA.

Proteção Contra-Surtos: Deverá ser instalado um protetor de surto de baixa tensão entre todas a fase e o neutro, tipo não curto-circuitante (pára-raios secundários tipo varistor), com capacidade máxima de 40 kA (Corrente nominal de 15 kA), onda de 8 x 20 us.

5.5.2 - Disjuntores

Disjuntor termomagnético, tipo mini-disjuntor, fabricado em poliamida reforçada, com sistema de fixação através de garras (fixação *bolt-on*), com terminais

protegidos com aperto elástico para cabos até 50 mm², ou barras até 12,7 mm, identificação indelével da posição liga-desliga, corrente nominal e classificação de faixa de atuação do disparo magnético-tipo B ou C, conforme indicado nos quadros de cargas, segundo a NBR NM 60898, com capacidade de curto conforme a corrente de curto no barramento, em 60 Hz.

5.5.3 - Proteção Contra Surto (Limitador de Sobretensões)

Para montagem em quadros, composto por quatro descarregadores classe C, nível 2, montados sobre base integrada com conexão para terra e instalação em trilhos DIN 35 mm, capacidade de proteção mínima In de 40 kA nos QGBT, no mínimo (curva 8/20 micro segundos). Os descarregadores são cartuchos extraíveis com sinalização de defeito, para sua troca não é necessário desligar os alimentadores, tensão de funcionamento 220/400 V, atende as normas brasileiras e a IEC 61643-1. Deverão possuir proteção térmica interna.

5.5.4 - Eletrodutos

Os eletrodutos utilizados no Projeto em tela estão descritos a seguir.

5.5.4.1 - Eletrodutos Rígidos de PVC

Serão de Cloreto de Polivinila (PVC), classe A, roscáveis, obedecendo às prescrições da NBR-15465 da ABNT, fornecidos em varas de 3 metros de comprimento e com uma luva.

Aplicação: instalação embutida no piso.

5.5.4.2 - Eletrodutos Subterrâneos

Em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), cor preta, seção circular, dupla parede, sendo externa corrugada e interna lisa, diâmetro conforme indicação de projeto.

Aplicação: entrada de energia.

5.5.4.3 - Caixas de Passagem Aparentes (Conduletes)

Fabricadas em Alumínio Silício injetado, com tampa aparafusada, junta de vedação flexível, rosca de conexão BSP, modelo conforme projeto.

5.5.4.4 - Interruptores Uso Geral

Para instalação em conduletes, material termoplástico, com espelho, teclas de acionamentos modulares e contatos de latão, tensão de isolação 250 V, 10 A.

5.5.4.5 - Tomadas Elétricas

Para instalação em conduletes, com espelho, material termoplástico, contatos de latão, tensão de isolação 220 V, 10 ou 20 A, obedecendo às prescrições da NBR-NM 60884-1:2005 da ABNT. O miolo deverá ter cor preta.

5.5.5 - Condutores

Os condutores utilizados no Projeto em tela estão descritos a seguir.

5.5.5.1 - Cabo Flexível BWF 750 V, NBR NM 247-3

Cabo flexível (encordoamento classe 4) com isolação sólida de cloreto de polivinila (PVC). Tensão de isolamento: 450/750 V; Temperaturas máximas do condutor: 70°C em serviço contínuo, 100°C em sobrecarga e 160ºC em curto-circuito.

5.5.5.2 - Cabo com Isolação PVC 0,6/1,0 kV, NBR-7288

Cabo com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC). Tensão de isolamento: 1 kV; Temperaturas máximas do condutor: 70ºC em serviço contínuo, 100ºC em sobrecarga e 160ºC em curto-circuito.

5.5.6 - Sistemas de Iluminação

Os sistemas de iluminação utilizados no Projeto em tela estão descritos a seguir.

5.5.6.1 - Luminária de Sobrepor com 2x32 W

Luminária pendente. Corpo e refletor em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática epóxi-pó na cor branca. Alojamento do reator no próprio corpo e instalação de sobrepor na laje. Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos.

5.5.6.2 - Reator Para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares 32 W

Os reatores para lâmpadas fluorescentes de 32 W deverão ser eletrônicos, duplos, 127 V, fator de potência 0,98, distorção harmônica menor do que 10% (THD<10%), e fluxo do reator igual ou superior a 1,00.

5.5.6.3 - Lâmpadas Fluorescentes Tubulares 32 W

As lâmpadas fluorescentes de 32 W serão de temperatura de cor de 4.000 K, tipo T8, fluxo luminoso médio de 2700 lúmens com IRC 80 a 89.

5.6 - EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Para execução dos serviços deverão ser obedecidas rigorosamente as especificações da ABNT aplicáveis, em especial os seguintes pontos:

- Os condutores devem ser instalados de tal forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com a resistência ou com a resistência do isolamento;
- As emendas e derivações devem ser executadas de forma a assegurar resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito, com a utilização de conectores e acessórios adequados;
- O condutor de aterramento deve ser facilmente identificável em toda extensão e devidamente protegido nos trechos os quais possa vir a sofrer danificações mecânicas;
- O condutor de aterramento deve ser preso aos equipamentos por meios mecânicos, tais como braçadeiras, orelhas, conectores e semelhantes. Além disso, o condutor não deve ser preso com dispositivos de solda a base de estanho, nem possuir dispositivos de interrupção, tais como chaves, fusíveis, etc., ou ser descontínuo, com a utilização de carcaças metálicas como conexão;
- Os condutores devem ser lançados somente após estarem completamente concluídos todos os serviços de construção que possam vir a danificá-los;
- Somente podem ser utilizados materiais de primeira qualidade, fornecidos por fabricantes idôneos e conceituados no mercado.

Todas as instalações devem ser executadas com esmero e bom acabamento, conforme recomenda a boa técnica.

6 - MANUAL DE OPERAÇÃO

A seguir estão apresentadas as especificações técnicas dos serviços necessários para a execução do Projeto de esgotamento sanitário.

6.1 - FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

A seguir estão descritas as especificações dos materiais e equipamentos que serão utilizados na execução da obra.

6.1.1 - Fornecimento de Bombas

Refere-se ao fornecimento d0 conjunto motor-bomba para o poço tubular profundo de acordo com as Normas e Especificações da ABNT e requisitos do Projeto.

Os equipamentos poderão obedecer a quaisquer normas indicadas pela Contratada, desde que tais normas sejam equivalentes ou superiores às indicadas pela Contratante.

A carga, o transporte e a descarga do equipamento devem ser feitos rigorosamente de acordo com as recomendações do fabricante no que se refere ao manuseio e à exposição a agentes corrosivos ou ambientes e condições atmosféricas inadequados.

O transporte e o manuseio dos equipamentos deverão ser feitos com cuidado para que não ocorram danos físicos. De forma geral, porém, será necessário observar os pontos mais sensíveis dos equipamentos, tais como peças móveis, superfícies usinadas e volantes, de forma a evitar o manuseio nestas partes.

Deve-se evitar o contato direto de cabos de aço, cordas, garras ou correntes com o equipamento a ser manuseado e sempre utilizar manilhas, pinos, flanges falsos e faixas flexíveis para içá-los e transportá-los.

A estocagem deverá ser condizente com as características específicas de cada equipamento.

O local e os métodos de estocagem deverão ser conforme indicado pelo fabricante e previamente aprovados pela Fiscalização.

De forma geral, os equipamentos e dispositivos especiais devem ser estocados sempre de maneira que a superfície de apoio seja a maior possível e coincidente com a parte dos mesmos de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não revestidas dos equipamentos não deverão entrar em contato com o solo, recomenda-se, para tanto, a construção de berços e outros dispositivos apropriados. Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não metálicos das peças, sempre em consonância com as recomendações do fabricante.

Estas especificações completam os métodos preconizados pelo fabricante do equipamento ou pelas normas pertinentes. As dúvidas serão dirimidas pela Fiscalização.

Depois de remover o equipamento da embalagem, deve-se verificar se ocorreu algum dano no mesmo motivado pelo carregamento e transporte.

Caso alguma irregularidade tenha sido constatada, tal como a falta de componentes ou algum dano no equipamento, o mesmo deverá ser imediatamente substituído.

As bombas devem ser movimentadas com muito cuidado e segurança, a fim de se evitar acidentes ou danos no equipamento. Os componentes pesados do conjunto, quando movimentados individualmente, devem ser suspensos pelo próprio olhal. Os conjuntos com mancal e base devem ser suspensos com o uso de faixas flexíveis, manilhas e outros dispositivos adequados, que não causem danos à estrutura dos mesmos.

No caso de haver necessidade de estocagem dos equipamentos por períodos longos, deve-se proceder regularmente a manutenção das partes móveis do mesmo, de acordo com as recomendações do fabricante, com a desmontagem do conjunto, a limpeza das partes internas com solventes orgânicos e do selo mecânico, etc.

A cada 15 dias, o eixo da bomba deverá ser movimentado manualmente. Se houver dificuldade, deve-se girá-lo com a ajuda de uma alavanca, pela porca do rotor.

6.1.1.1 - Controle de Qualidade

Qualquer peça, material ou equipamento que seja fornecido fora das especificações e rejeitado pela Fiscalização, será prontamente substituído pela Contratada, sem ônus para a Contratante.

Todos os materiais e equipamentos fornecidos deverão ter a garantia de que foram fabricados dentro das normas pertinentes e especificações do Projeto, fornecida pelo fabricante.

A Fiscalização poderá recusar os equipamentos e materiais que, a seu critério, não se enquadrem nas garantias de qualidade exigidas.

A forma de garantia será a estabelecida de comum acordo entre a Contratada e a Fiscalização, respeitadas as condições contratuais, normas e legislação em vigor.

Todos os equipamentos serão submetidos a controle visual, dimensional e de qualidade dos componentes, com a presença da Fiscalização.

A Fiscalização deverá exigir da Contratada a apresentação de toda documentação técnica dos equipamentos, a ser fornecida pelos fabricantes, compreendido entre outros: desenhos de fabricação com indicação das peças componentes, certificados de materiais, certificados de testes, manuais de instrução para instalação, operação e manutenção.

Serão rejeitados aqueles que apresentem defeitos de fabricação ou que

tenham sofrido avarias no transporte, bem como os que contrariem frontalmente as especificações de fabricação e de Projeto.

6.1.1.2 - Instalação e Montagem

A instalação do conjunto motor-bomba consistirá da fixação da bomba na base, a montagem do motor e dos equipamentos elétricos necessários ao funcionamento, de acordo com os requisitos do Projeto, das especificações técnicas e com as recomendações do fabricante.

O roteiro básico para o recebimento, a movimentação, o armazenamento e a instalação deve ser especificado pela empresa contratada pelo fornecimento da bomba escolhida.

6.1.1.3 - Inspeção e Recebimento, Movimentação e Armazenamento

Depois de remover o equipamento da embalagem, deve-se verificar se ocorreu algum dano no mesmo motivado pelo carregamento e transporte.

Caso alguma irregularidade tenha sido constatada, tal como falta de componentes ou algum dano no equipamento, o mesmo deve ser imediatamente substituído.

As bombas devem ser movimentadas com muito cuidado e segurança, a fim de se evitar acidentes ou danos no equipamento. Os componentes pesados do conjunto, quando movimentados individualmente, devem ser suspensos pelo próprio olhal. Os conjuntos com mancal e base devem ser suspensos com o uso de faixas flexíveis, manilhas e outros dispositivos adequados, que não causem danos à estrutura dos mesmos.

No caso de haver necessidade de estocagem dos equipamentos por períodos longos, deve-se proceder regularmente a manutenção das partes móveis do mesmo, de acordo com as recomendações do fabricante de desmontar o conjunto, limpar as partes internas com solventes orgânicos, limpar o selo mecânico, etc.

A cada 15 dias, o eixo da bomba deve ser movimentado manualmente. Se houver dificuldade, deve-se girá-lo com a ajuda de uma alavanca, pela porca do rotor.

6.1.1.4 - Instalação dos Transformadores de Força

O transporte e o assentamento do transformador deverão ser feitos por meios apropriados, sem causar danos mecânicos ao equipamento.

A fixação do transformador no poste deverá ser feita de acordo com as recomendações do fabricante, ficar perfeitamente nivelado, com localização rigorosa conforme o Projeto.

Todas as ligações ao transformador deverão ser feitas com conector apropriado, não permitido o uso de solda.

As caixas de ligação deverão ficar limpas e secas.

O cabo terra deverá ser firmemente ligado à carcaça do transformador, por meio do conector próprio, não é permitido o uso de conexões soldadas. O cabo terra não deverá ter emenda desde a ligação ao transformador até o sistema de aterramento.

MONTAGEM DOS PAINÉIS ELÉTRICOS

O local onde será instalado o painel deverá estar completamente limpo, acabado e preparado para receber o equipamento.

Antes de ser colocado o equipamento em local definido, deverão ser verificadas as dimensões deste local, que deverão coincidir perfeitamente com os furos próprios do equipamento.

O painel deverá ser firmemente fixado, nivelado e deverão ser observadas as recomendações do fabricante.

Os equipamentos removíveis, quando fornecidos em embalagens separadas dos quadros, deverão ser limpos, inspecionados, ajustados e testados, antes da instalação.

Todos os equipamentos deverão ser instalados e fixados nos respectivos locais de forma simples, sem artifícios ou adaptações inconvenientes, a fim de que a remoção, em qualquer tempo, possa ser feita sem dificuldades.

Todas as partes metálicas, onde a pintura tenha sido afetada, deverão ser retocadas com o recebimento de acabamento apropriado.

Todas as ligações aos equipamentos deverão ser feitas por meio de conectores apropriados, não permitido o uso de conexões soldadas.

As ligações deverão ser feitas de acordo com as recomendações do fabricante, curvas que prejudiquem a isolação dos cabos devem ser evitadas e os terminais dos equipamentos não devem ser forçados.

Se o barramento do painel (principal ou derivação) for isolado, a conexão e a parte não isolada dos cabos secundários deverão ser verificadas e apertadas nos locais onde estiverem frouxas.

O cabo terra deverá ser fixado em local próprio e não deverá dispor de emenda desde o equipamento até o sistema de aterramento.

Deverá ser feita limpeza dos equipamentos e verificação geral quanto às

locações corretas e alguma possível irregularidade.

PROCEDIMENTOS DURANTE A PARTIDA INICIAL

- Verificar se o conjunto está alinhado e firmemente fixo na base;
- Verificar a estanqueidade das tubulações, principalmente a de sucção;
- Verificar o nível de óleo do mancal. Deve-se usar óleo SAE 30 sem HD;
- Fixar firmemente na base a proteção do acoplamento colocada;
- Imprimir um ligeiro toque na botoeira manual de partida para verificar o sentido de rotação do motor;
- Caso o motor gire no sentido contrário ao da seta que está gravada no corpo da bomba, inverter a ligação no motor elétrico;
- Fechar o registro de recalque e abrir o registro de sucção, quando houver;
- Ligar definitivamente o motor;
- Abrir lentamente o registro de recalque. Verificar a corrente do motor. Esta não pode ultrapassar o valor nominal.

6.1.1.5 - Controle de Qualidade

Qualquer peça, material ou equipamento que seja fornecido fora das especificações e rejeitado pela Fiscalização, será prontamente substituído pela Contratada, sem ônus para a Contratante.

Todas as montagens deverão ser executadas em consonância com os Projetos executivos, as prescrições contidas nas presentes especificações, Normas Técnicas da ABNT e na falta destas, normas nacionais ou internacionais pertinentes.

Nenhuma montagem poderá ser executada pela Contratada sem que os planos de montagem tenham sido submetidos à aprovação e liberação prévia da Fiscalização.

A execução das montagens poderá ser feita apenas por profissionais devidamente habilitados, o que não eximirá a Contratada de qualquer das responsabilidades pelo perfeito funcionamento das instalações.

Quaisquer serviços iniciados sem a observação dessas exigências serão sumariamente recusados pela Fiscalização, correndo por conta da Contratada todos os ônus relativos à re-execução dos serviços.

Todos os materiais e equipamentos a serem utilizados deverão ter a garantia

de que foram fabricados dentro das normas pertinentes e especificações do Projeto, fornecida pelo fabricante.

A Fiscalização poderá recusar os equipamentos, acessórios e materiais necessários para a instalação das bombas que, a seu critério, não se enquadrem nos padrões exigidos.

A forma de garantia será a estabelecida de comum acordo entre a Contratada e a Fiscalização, respeitadas as condições contratuais.

Todos os equipamentos serão submetidos a controle visual, dimensional e de qualidade dos componentes, com a presença da Fiscalização.

A Fiscalização deverá exigir da Contratada a apresentação de toda documentação técnica dos equipamentos, a ser fornecida pelos fabricantes, compreendido entre outros: desenhos de fabricação com indicação das peças componentes, certificados de materiais, certificados de testes, manuais de instrução para instalação, operação e manutenção.

Serão rejeitados aqueles que apresentem defeitos de fabricação ou que tenham sofrido avarias no transporte, bem como os que contrariem frontalmente as especificações de fabricação e de Projeto.

6.1.2 - Fornecimento do Reservatório

Antes da fabricação de reservatório pré-fabricados, prepara-se o local onde o mesmo será apoiado, colocando-se sobre pilaretes, ou chumbando-se em paredes, duas peças de madeira de lei com 6 x 12 cm, perfeitamente niveladas. Quando instalado sobre lajes, devem ser construídos apoios para que oi reservatório fique afastado 20 cm da superfície superior da laje para permitir a passagem sob ele da tubulação de saída de água.

Antes do içamento do reservatório, será providenciada a checagem do nivelamento do local onde o mesmo será colocado, providenciando-se as correções necessárias se houver desnivelamento.

Colocado o reservatório no local definitivo, serão feitos furos nas suas paredes com furadeiras elétricas e brocas de ferro apropriadas às bitolas dos flanges e contra-flanges especificados em projeto. Em seguida, os flanges e contra-flanges serão apertados e dar-se-á início à instalação do registro de comando da saída de água da torneira de bóia de entrada com flutuador, dos tubos de alimentação e de saída, e dos tubos extravasador de ventilação e de limpeza.

Após esses serviços, o reservatório será cheio para teste da estanqueidade dos locais onde houve a colocação de flanges, o que será feito na presença da fiscalização.

6.1.2.1 - Controle de Qualidade

Devem ser observados os padrões de higiene e segurança citados na forma da ABNT, bem como seu nivelamento. Os reservatórios devem, obrigatoriamente, ser providos de tampas para que seja vedada a entrada de animais, insetos e corpos estranhos. A fiscalização deverá verificar se os diâmetros e características dos tubos, conexões, registros e torneira bóia, estão de acordo com o projeto e em perfeita condição de uso.

Todo reservatório deverá ser provido de tubulação para limpeza e extravasamento. A limpeza poderá ser realizada por gravidade ou por elevação mecânica, sendo vedada a limpeza através da tubulação de distribuição de água potável. A saída do extravasador deverá ser protegida por crivo de tela fina, de cobre ou plástico, com malha de 0,5 mm, no máximo, com área total superior a seis vezes à seção transversal do extravasador. Os materiais empregados na sua impermeabilização não devem transmitir a água substâncias de concentração que possam poluí-la.

Devem ser construídos de tal forma que não possam servir de ponto de drenagem de águas residuais ou estagnadas em sua volta. A tampa de cobertura deve ser impermeabilizada e dotada de declividade mínima de 1:100 no sentido das bordas.

Devem ser providos de aberturas convenientemente localizadas que permitam o fácil acesso ao seu interior, para inspeção e limpeza dotadas de rebordos com altura mínima de 0,05 m. A abertura deverá ser fechada com tampa que evite entrada de insetos, outros animais ou de água externa.

6.1.3 - Fornecimento de Tubos e Conexões em PEAD

O fornecimento de tubos e conexões está especificado a seguir, conforme o tipo de material indicado no Projeto.

Os tubos de em PEAD nos diâmetros externos de 50 e 63 mm devem ter comprimento de 6,0 m, com juntas soldadas e seu respectivo aparelho de soldagem. As conexões podem ser injetadas ou produzidas a partir de segmentos de tubos. As conexões podem ser de três tipos: eletrofusão (junta soldável); ponta-ponta-junta soldável; ou a compressão (junta mecânica).

Os diâmetros menores (até 125 mm) são fornecidos em bobinas de 100 m. Os materiais deverão ser fornecidos de acordo com as normas DIN 8074, ISO 4427 e NBR 8417.

A carga, o transporte e a descarga do material deverão ser feitos rigorosamente de acordo com as recomendações do fabricante no que se refere a forma de manuseio e ao empilhamento máximo.

6.1.3.1 - Transporte

O transporte dos tubos e conexões deverá ser feito com todo o cuidado, de maneira a não provocar deformações e avarias nos mesmos, especialmente nas extremidades. Os tubos e conexões não deverão se colocados próximos dos escapamentos, onde poderiam receber calor excessivo. Deverão ser evitados, durante o transporte, particularmente:

- Grandes flechas, no caso dos tubos;
- A colocação dos tubos em balanço;
- O contato dos tubos e conexões com peças metálicas salientes;
- Alturas de empilhamento superiores a 1,50 m, independente da bitola ou espessura dos tubos.

Bobinas de tubos deverão ser transportadas, preferencialmente, em caminhões baús presas com redes, para evitarem deslocamentos de carga.

6.1.3.2 - Manuseio

No descarregamento, o baixo peso dos tubos e conexões facilita o manuseio, porém deverá ser evitado o lançamento dos mesmos ao solo, sem critério, uns sobre os outros.

Os tubos e conexões deverão ser carregados e nunca arrastados sobre o solo ou contra objetos e materiais duros, evitam-se, desta forma, avarias nos mesmos.

Deverão ser utilizadas cintas, cordas, paletes, peças de madeira e outros materiais que permitam sua segurança e integridade. As cintas e cordas deverão ser não-metálicas, e correntes e cabos de aço não serão admitidos. Não são permitidas curvas excessivas no manuseio das barras dos tubos, onde é recomendado não curvar os tubos com raios inferiores a 30 vezes o seu diâmetro.

6.1.3.3 - Armazenagem

Quando os tubos e conexões ficarem estocados por longos períodos, deverão

permanecer ao abrigo do sol e armazenados de maneira adequada, de forma a evitar possíveis ovalizações ou deformações provocadas por aquecimento excessivo ou pela ação de outras variáveis que interfiram na integridade das peças. Deverá, também, ser evitada a exposição a agentes corrosivos ou inadequados.

As seguintes recomendações do fabricante deverão ser observadas:

- O local de estocagem deverá ser próximo do ponto de utilização. Deverá ser coberto, plano, com declividade mínima, limpo e livre de pedras ou objetos salientes;
- Os tubos, quando empilhados, deverão ser apoiados sobre material macio ou sobre travessas de madeira e, de preferência, de forma contínua. Serão formadas camadas superpostas nas quais haverá alternância da orientação das bolsas;
- A primeira camada de tubos deverá ser colocada sobre um tablado contínuo de madeira, ou sobre pranchões de 0,10 m de largura, espaçados de 0,20 m, no máximo, colocados no sentido transversal em relação aos tubos;
- As pilhas deverão ser confinadas lateralmente, por estroncas verticais, espaçadas de metro em metro, sem ultrapassar 1,50 m de altura.

Para armazenagem dos tubos, poderão ser utilizados paletes, vigas de madeira ou tablados como apoio. Os paletes deverão de madeira ou outro material que não danifique os tubos. Na estocagem de bobinas, não deverão ser empilhadas mais do que 10 bobinas de tubos até 40 mm de diâmetro e mais do que 6 bobinas para diâmetros maiores. A estocagem do tubo em paletes deve alcançar a altura máxima de 3 m; a estocagem de bobinas deve atingir a altura máxima de 2,5 m; e a estocagem de tubos deve atingir a altura máxima de 1 m. Não deverão ser colocados outros materiais sobre os tubos e conexões.

As Figuras abaixo ilustram o armazenamento dos tubos em PEAD.

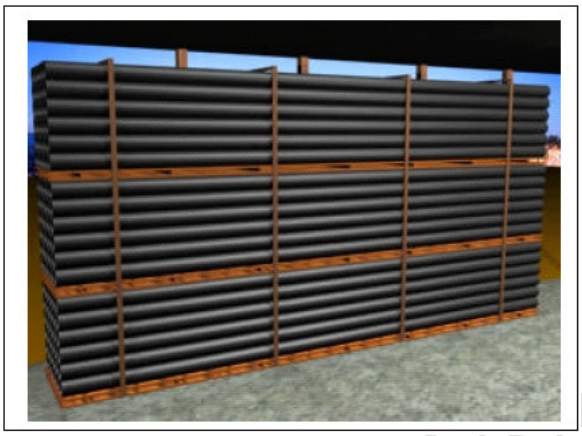

Figura 27: Estocagem sobre Paletes. Fonte: ORSE (2011).

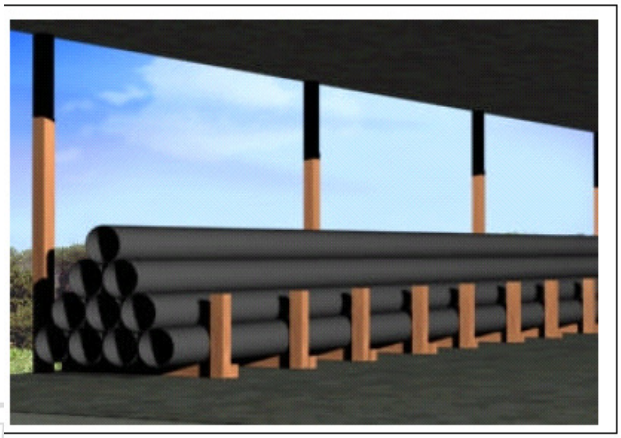

Figura 28: Estocagem sobre vigas de madeira. Fonte: ORSE (2011).

Figura 29: Estocagem de feixes de barras de tubos. Fonte: ORSE (2011).

Figura 30: Estocagem de bobinas. Fonte: ORSE (2011).

As conexões deverão ser armazenadas em gavetas ou prateleiras, nunca amontoadas aleatoriamente. A Figura 31ilustra o armazenamento das conexões.

Figura 31: Armazenamento de conexões em gaveta. Fonte: Manual de Elaboração de Projetos e Obras de Saneamento. Fonte: SOPS (2005).

As conexões, demais acessórios e materiais para as juntas deverão ser levados para as frentes de serviço apenas no momento da aplicação.

6.1.3.4 - Controle de Qualidade

Os tubos e conexões deverão ser adquiridos de fabricantes que produzam em conformidade com as normas da ABNT.

A Empreiteira deverá apresentar na entrega dos materiais os certificados dos materiais dos tubos e conexões, bem como os certificados dos testes hidrostáticos.

Os materiais poderão obedecer a quaisquer normas indicadas pela Empreiteira, desde que tais normas sejam equivalentes ou superiores às indicadas pela Contratante.

Quando o fabricante dos tubos e conexões produzirem o próprio lubrificante, a Empreiteira deverá adquiri-lo do mesmo.

Caso sejam adquiridos produtos com características em desacordo com o especificado, a Contratante não se responsabilizará pelo pagamento dos mesmos, que deverão ser substituídos pela Empreiteira, às suas expensas, sob o risco de ter os trabalhos suspensos, sem adição de prazo contratual, até a completa adequação às normas.

Será de responsabilidade da Empreiteira a aquisição, o transporte e a entrega dos tubos e conexões em local determinado pela Contratante. O armazenamento e controle de estoque serão de responsabilidade da Empreiteira, salvo quando previsto em contrário no Contrato.

A Empreiteira será responsabilizada por quaisquer danos causados aos materiais, enquanto estiver sob sua guarda, em função de manuseio, transporte ou armazenamento inadequado, exposição a elementos agressivos, ou devido à utilização incorreta no âmbito da obra.

Para efeito de aceitação pela Fiscalização, os tubos e conexões deverão estar com coloração uniforme, isentos de trincas, fraturas ou outros defeitos que possam afetar a resistência, estanqueidade ou durabilidade.

Definições específicas sobre o armazenamento, controle do estoque e liberação dos materiais para uso na obra serão estabelecidas em Contrato ou ficarão a critério da Fiscalização.

6.1.4 - Fornecimento de Peças Especiais

Trata-se do fornecimento de peças especiais com seus respectivos acessórios necessários ao seu assentamento, colocados em local determinado pelo Contratante.

A carga, transporte e descarga do material deverão ser feitos rigorosamente de acordo com as recomendações do fabricante no que se refere ao empilhamento máximo, ao manuseio e à exposição a condições desfavoráveis.

TRANSPORTE

O transporte deverá ser feito com caminhões adaptados para este tipo de serviço. As latarias deverão ser suficientemente resistentes e reforçadas para suportar os esforços das peças, caso as amarras se desfaçam. Deverão ser obedecidas a capacidade de carga dos veículos e a legislação de trânsito em vigor.

As peças deverão ser contidas, de maneira a impedir qualquer deslocamento longitudinal nas arrancas e frenagens. Para tal, sobre a carroceria do veículo de transporte, deverão ser utilizados calços, feitos com caibros, sob a camada inferior.

MANUSEIO

Na carga e descarga deverão ser utilizados equipamentos mecânicos com capacidade adequada ao peso das peças, evitando-se balanços, choques, contato brutal com o chão que possam danificar o revestimento externo. As peças não deverão, em hipótese alguma, ser arrastadas ou roladas diretamente sobre o solo, devendo ser utilizadas pranchas de madeira, empilhadeiras ou caminhão equipados com guincho.

ARMAZENAGEM

Quando as peças ficarem estocadas por longos períodos, deverão ser

armazenadas de maneira adequada, evitando-se danos provocados pela ação de variáveis que interfiram na sua integridade. As peças deverão ser armazenadas em tablados de madeira, gavetas ou prateleiras, nunca amontoados aleatoriamente. Deverão ser evitados empilhamentos superiores a três camadas.

Os anéis e arruelas de borracha para junta deverão ser estocados em suas embalagens originais, ao abrigo do calor, raios solares, óleos e graxas. Deverão ser escolhidos locais com temperatura entre 5° a 25° C.

6.1.4.1 - Controle de Qualidade

A contratada não se responsabilizará pelo pagamento de produtos adquiridos com características em desacordo com o especificado. Esta é responsável pela entrega e transporte das peças, assim como armazenamento e controle de estoque, responsabilizando-se por qualquer dano enquanto estiverem sob sua guarda.

6.1.5 - Fornecimento de Hidrômetros

Os hidrômetros deverão ser armazenados de maneira adequada, evitando-se danos provocados pela ação de variáveis que interfiram na sua integridade, Deverá ser evitada a sua exposição a intempéries, a agentes corrosivos ou inadequados. Estes devem ser armazenados em suas caixas, sobre tablados de madeira ou prateleira, nunca amontoados aleatoriamente. Deverão ser evitados empilhamentos superiores a 10 caixas.

Estas especificações completam os métodos preconizados pelo fabricante do equipamento ou pelas normas pertinentes. As dúvidas serão dirimidas pela Fiscalização.

6.1.5.1 - Controle de Qualidade

Os aparelhos poderão obedecer a quaisquer normas indicadas pela Contratada, desde que tais normas sejam equivalentes ou superiores às indicadas pela Contratante. Hidrômetros a serem fornecidos por Empreiteiros deverão ser previamente submetidos a testes pelo setor competentes da Concessionária.

Todos os aparelhos fornecidos deverão ter a garantia, fornecida pelo fabricante, de que foram fabricados dentro das normas pertinentes e especificações do Projeto. A forma de garantia será estabelecida de comum acordo entre a Contratada e a Fiscalização, respeitando as condições contratuais. Esta deve fornecer as documentações pertinentes aos certificados de materiais, dos certificados de testes e dos manuais de instrução para instalação, operação e manutenção.

Os equipamentos deverão ser submetidos a controle visual, dimensional e de qualidade de seus componentes, apresentando-se íntegros e sem defeitos que possam afetar sua resistência, estanqueidade, durabilidade e funcionamento. Não enquadrando nos critérios de qualidade, estes deverão devolvidos ao fabricante.

6.2 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

A mobilização consiste no conjunto de providências a serem adotadas com foco no início das obras. Incluem-se neste serviço a localização, o preparo e a disponibilidade, no local da obra, de todos os equipamentos, mão-de-obra, materiais e instalações necessários à execução dos serviços contratados.

A desmobilização consiste na desmontagem e retirada de todas as estruturas, construções e equipamentos do canteiro de obras. Está incluída neste item a desmobilização do pessoal, bem como a limpeza geral e reconstituição da área à situação original.

Compreenderá, além do desmantelamento do canteiro, a retirada das máquinas e dos equipamentos, e o deslocamento dos empregados (quando for o caso).

PROCEDIMENTO

Na instalação do canteiro de obras serão necessários o planejamento e execução de áreas de vivência, local para armazenamento de materiais e as instalações provisórias de água, luz e esgoto. Para tanto, as seguintes diretrizes devem ser observadas:

- Ligações de água, energia elétrica e esgoto, devem ser solicitados às respectivas Concessionárias, com as informações necessárias;
- Devem ser previstos a localização e o dimensionamento de áreas para armazenamento de materiais a granel (areia, brita, etc.);
- Devem ser previstos a localização e o dimensionamento das áreas de vivência, com as seguintes instalações: escritório, almoxarifado, oficina, telheiro, sanitários, vestiários, refeitório e cozinha, enfermaria e guarita;
- Devem ser previstas a localização e o dimensionamento das centrais de massa (betoneira), mini-central de concreto (quando houver), armação de ferro, serra circular, armação de forma, pré-moldagem de instalações, soldagem e corte a quente e qualquer tipo de equipamento cujo porte exija delimitação de uma área específica;

- Devem ser previstos tapumes ou barreiras para impedir o acesso de pessoas estranhas aos serviços.

A empreiteira da obra deverá iniciar a mobilização imediatamente após a liberação da Ordem de Serviço e em aderência ao cronograma.

Será obrigatória, antes do início da obra, a emissão, pela empreiteira da obra, de um documento que informe à Delegacia Regional do Ministério do Trabalho sobre o início dos serviços. Neste documento deverão constar:

- Data de início da obra e o prazo para execução;
- Endereço completo da obra;
- Endereço e o CNPJ da empresa;
- Descrição sucinta da obra e dados principais;
- Número máximo previsto de trabalhadores na obra.

CONTROLE DE QUALIDADE

Os serviços de mobilização e desmobilização compreendem os serviços de carga, transporte e descarga de todo o material, o fornecimento de pessoal e equipamentos e os serviços complementares necessários a instalação e posterior remoção do canteiro, bem como a limpeza do terreno, corte de árvores, vegetação, tocos (inclusive as raízes) e a remoção de detritos, conforme deliberação da Fiscalização.

Após a desmobilização, a área deverá ser limpa e reconstruída de acordo a situação original.

MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O pagamento será efetuado conforme medição aprovada pela Fiscalização.

O valor global de “mobilização e desmobilização” não poderá superar os 5% do valor da obra. A empreiteira receberá 70% deste valor, ao início das obras, a título de mobilização.

6.3 - SERVIÇOS PRELIMINARES

A seguir estão descritos os serviços preliminares que deverão ser executados antes da implantação das obras.

6.3.1 - Limpeza do Terreno

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de capina, roçagem, destocamento e remoção de vegetação rasteira, arbustiva e de árvores de pequeno porte, de forma que a área se encontre livre e desimpedida para que se tenha um retrato

fiel de todos os acidentes do terreno.

PROCEDIMENTO

A capina e a roçagem deverão ser executados manualmente com foice, roçadeira, moto-serra ou outras ferramentas adequadas.

O destocamento manual compreenderá a operação de corte e remoção dos tocos e das raízes da vegetação arbustiva ou de pequeno porte até o diâmetro de 5 cm.

As árvores de diâmetro acima de 5 cm deverão ser retiradas com o auxílio de equipamentos mecânicos.

Os entulhos e restos de vegetação deverão ser removidos do terreno e colocados em local apropriado com licenciamento ambiental que permita a disposição desse tipo de resíduo.

CONTROLE DE QUALIDADE

A completa limpeza do terreno será efetuada com os devidos cuidados, de forma a evitar danos a terceiros, ou a propriedades vizinhas.

Deverão ser preservados os elementos de paisagísticos devidamente assinalados no Projeto.

Não será permitida a permanência de entulho nas adjacências da obra ou em locais que possam causar obstrução, assim todo o material deverá ser removido imediatamente para o local apropriado com o devido licenciamento ambiental, que permita a disposição deste tipo de resíduo.

6.3.2 - Trânsito e Segurança

Neste item estão apresentadas as especificações técnicas relativas à sinalização do trânsito e segurança da obra.

FITA PLÁSTICA

As fitas zebradas para sinalização deverão ser empregadas para serviços rápidos que ocorram apenas no passeio e em áreas internas da obra, com a finalidade de advertir e impedir a passagem de pessoas e deverão estar dispostas em toda a área necessária. Devem ser de polietileno, ter um acabamento perfeito, e estar em perfeitas condições de uso. As faixas devem ter pintura uniforme sem falhas ou manchas.

CAVALETES

Serão utilizados tanto para sinalização de advertência, como de indicativo de trânsito interrompido ou restrito, colocados nos cruzamentos de ruas e ao longo das

valas.

Os cavaletes de madeira (Figura 32) deverão ter 1,20 m de altura e 1,50 m de comprimento. Em casos de saída e entrada de veículos ou em locais escuros poderão ser utilizados cavaletes com sinalizadores luminosos.

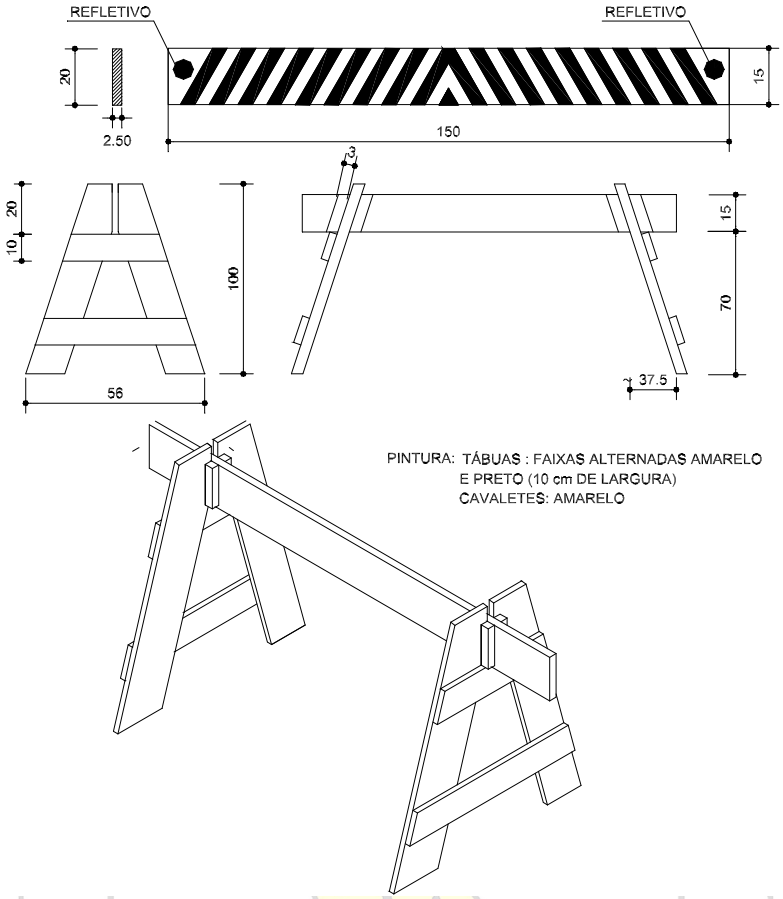

Figura 32: Cavaletes. Fonte: Manual de Elaboração de Projetos e Obras de Saneamento. Fonte: SOPS (2005).

PLACA DE SINALIZAÇÃO

As placas de sinalização serão utilizadas com a finalidade de avisar, advertir e indicar. Deverão ser colocadas nas cabeceiras das escavações e à frente das valas, com 0,80 m de altura e poderão ser de madeira ou metálicas. Essencialmente serão de dois tipos:

- Placas fixadas em postes metálicos ou de madeira, com altura mínima de 80 cm;
- Placas móveis do tipo cavalete ou articuláveis, de madeira ou plástico.

Figura 33: Placas Fixadas em Postes. Fonte: SOPS (2005).

CONES BALIZADORES

Os cones serão utilizados para o balizamento de faixas interditadas ao trânsito e sinalização de locais de obras. Poderão ser de borracha ou de plástico, fixados em uma base para apoio no solo de material resistente, conforme consta na Figura 34.

Figura 34: Cones balizadores. Fonte: SOPS (2005).

6.4 - SERVIÇOS TÉCNICOS

Neste item estão descritas as especificações técnicas dos serviços técnicos que deverão ser executados.

6.4.1 - Locação de Redes de Distribuição

A execução de todos os serviços topográficos necessários à locação das valas, de acordo com o Projeto, será encargo da Empreiteira, respeitada as condições a seguir mencionadas.

A Fiscalização implantará marcos de referência básico, conforme critério julgado necessário, para a locação das valas. Estes marcos serão devidamente amarrados a coordenadas de referência e nivelados, de forma a servir como elementos básicos para a Empreiteira desenvolver os trabalhos de locação e condução das obras.

Antes de serem iniciados os serviços, a Empreiteira deverá proceder ao nivelamento e o contranivelamento dos RN's (referências de nível) implantados pela Fiscalização ao longo da rede. A verificação citada deverá ser precedida de uma poligonal de nivelamento, que passe, no mínimo, em três RN's contranivelados.

A empreiteira efetuará o nivelamento e o contranivelamento geométrico de 2ª Ordem, com erro máximo de fechamento de 5 mm por km, não permitida visada superior a 40 metros.

A empreiteira deverá apresentar à Fiscalização a caderneta de campo, que deverá conter os seguintes dados:

- Cota implantada pelos RN's da Fiscalização;
- Cota encontrada pela Empreiteira;
- Extensão da poligonal;
- Cálculo do erro.

A Empreiteira será responsável pela conservação e manutenção dos marcos de referência básico, instalados pela Fiscalização e, em caso de destruição ou danos dos mesmos, por empregados ou por terceiros, intencionalmente ou por negligência, será a Empreiteira responsabilizada pela despesa resultante da reposição e ficará responsável por quaisquer erros causados pela perda dos mesmos.

A locação das obras será executada, obrigatoriamente, com no mínimo os seguintes aparelhos topográficos:

01 (uma) estação total;
02 (duas) miras falantes, com nível de bolha acoplado;
08 (oito) balizas;
02 (duas) trenas;
01 (um) esquadro de agrimensor (prisma).

Os equipamentos deverão ser aprovados pela Fiscalização.

Todo o nivelamento será elaborado, a partir das RN's lançadas por ocasião da elaboração do Projeto executivo. Será apresentado croqui de locação dos acidentes encontrados, como rios, galerias, rede de água. etc., perfeitamente definidos e cotados.

O piqueteamento será executado de 20 em 20 metros, em uma poligonal auxiliar, paralela ao eixo da rede, variável de 1,5 m a 3,0 m, conforme for a profundidade da vala, o diâmetro da tubulação, o tipo de solo e o tipo de equipamento utilizado para escavação.

Locada a linha de referência, o assentamento da tubulação deverá seguir rigorosamente a posição e cotas do Projeto. Os processos para locação da tubulação na vala serão por gabarito ou por cruzeta.

Os trabalhos de assentamento da tubulação apenas poderão ser iniciados após a Fiscalização conferir os dados da Ordem de Serviço para gabarito ou cruzeta e autorizar o início dos mesmos.

ORDEM DE SERVIÇO PARA GABARITO

A Ordem de Serviço para Gabarito ou Cruzeta, conterá os elementos necessários à locação e o nivelamento da canalização a ser implantada e será preenchida em três (3) vias. Estas duas (2) permanecerão com a Fiscalização, as quais deverão ser entregues, no mínimo, 48 horas antes do início dos serviços do trecho.

A Ordem de Serviço para Gabarito conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho a ser executado e, para cada estaca, todos os elementos necessários à execução dos serviços, a saber:

CT = cota do terreno (piquete);

CP = cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo);

I = declividade da canalização;

DN = diâmetro do tubo;

G = altura do gabarito;

P = profundidade do tubo (profundidade da geratriz interna inferior do tubo);

H = altura da régua (altura do bordo superior da régua em relação ao piquete);

GI = geratriz inferior;

GS = geratriz superior.

Para assentar tubos pelo processo de gabarito, deverão ser observadas as seguintes diretrizes e procedimentos:

Réguas perfeitamente instaladas, distanciados entre si por, no máximo, 10 metros, com o objetivo de diminuir a catenária. As réguas e os montantes serão de madeira;

Pelos pontos da régua, que fornece o eixo da canalização, estica-se uma linha

de nylon, sem emenda, bem tracionada, de forma a se obter uma linearidade perfeita;

Quando a montagem da canalização for executada de jusante para montante, coloca-se a parte inferior do pé do gabarito sobre a geratriz interna inferior do tubo, até coincidir a marca do gabarito (GI), com a linha esticada;

Quando a montagem da canalização for executada de montante para jusante, coloca-se a parte superior do pé do gabarito sob a geratriz interna superior do tubo, até coincidir a marca do gabarito (GS), com a linha esticada.

ORDEM DE SERVIÇO PARA CRUZETA

A Ordem de Serviço para Gabarito ou Cruzeta deverá conter os seguintes elementos:

CT = cota do terreno;

CP = cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo);

CC = cota do tubo (geratriz superior externa do tubo, junto à bolsa);

I = declividade da canalização;

Di + e = diâmetro interno mais espessura do tubo;

C = altura da cruzeta a ser utilizada;

R = altura do recobrimento;

H = altura da régua (altura do bordo superior da régua em relação ao piquete).

Para assentar tubos pelo processo da cruzeta, deverão ser observados os seguintes procedimentos:

Réguas perfeitamente instaladas, distantes entre si de 20 m. As réguas e os montantes deverão ser de madeira;

O comprimento da cruzeta, que é um “T” de madeira ou metálico, deve corresponder exatamente à distância vertical, que vai da linha de visada até a geratriz superior dos tubos;

Com as réguas já perfeitamente instaladas na horizontal e nas respectivas alturas, a cruzeta será deslocada entre estas, em posição vertical, garantida por um nível de pedreiro, de modo que a face superior da cruzeta esteja contida no plano de visada. Então, se as extremidades do tubo estiverem em contato com o pé da cruzeta, quando ocorrer a colocação, é porque o tubo já estará com a declividade desejada;

Para facilitar a visualização, as réguas e a cruzeta deverão ser pintadas com cores contrastantes.

As visadas deverão ser realizadas de jusante para montante, a fim de que

sejam visualizadas apenas uma aresta da cruzeta e uma aresta de cada uma das réguas, ao invés das respectivas faces horizontais.

O alinhamento horizontal dos tubos para os dois processos descritos (gabarito e cruzeta) será verificado por meio de um prumo de centro, que transferirá o eixo determinado pela linha de *nylon* para o centro do tubo.

6.4.2 - Locação de Obras

Consiste na demarcação do perímetro e nivelamento da obra a ser construída com o emprego de equipamentos topográficos, tais como teodolitos, níveis, etc.

A demarcação consta do posicionamento da obra no terreno por meio de estacas e determinação das cotas dos cantos externos dos pisos, nivelamento e alinhamento das paredes. O nivelamento das paredes será materializado com estacas e sarrafos de madeira.

A locação e o nivelamento de obras localizadas poderão ser realizados sem o uso de equipamento topográfico.

Neste caso, deve ser executada com auxílio de mangueira transparente preenchida com água, régua, nível e esquadros de pedreiro. Os cantos e alinhamentos também devem ser materializados com estacas e sarrafos de madeira.

A locação será de inteira responsabilidade da Empreiteira. A fiscalização realizará ações de verificação das coordenadas ocasionais implantadas com as coordenadas indicadas nos Projetos.

Serão conferidas as coordenadas, ângulos, distâncias reais no terreno, RN's, por meio de aparelhos de precisão (teodolitos óticos, níveis ou estação total).

6.4.3 - Cadastro de Redes de Água

Deverão conter os dados referentes à identificação de bacias ou sub-bacias, lotes, localização e trecho das redes, logradouros, poços de visita com características, tipo e diâmetro da tubulação, embasamentos, reaterro, pavimento, cotas do terreno, de fundo, de chegada e saída dos poços de visita, declividades, extensões e outros elementos que retratem, fielmente, a rede executada.

No caso de cadastro das ligações prediais, deverão ser identificados os prédios, posição de meios-fios e alinhamento predial, extensões, cotas, identificação e constituição dos poços de visita e outras informações que permitam conhecer em detalhe as ligações prediais executadas.

6.5 - MOVIMENTO DE SOLO

A seguir estão relacionadas as especificações técnicas necessárias à execução do serviços de movimentação de terra.

6.5.1 - Escavações

Previamente ao início das escavações será necessário que se faça uma pesquisa de localização de tubos, caixas, postes. Além disso, deverão ser avaliadas as tipologias da rede de energia elétrica, da rede telefônica, entre outras estruturas que estejam no trecho a ser escavado, para que não sejam atingidas pelas escavações.

As interferências deverão ser cadastradas, com pontos de amarração suficientes para a fácil detecção pela equipe de produção. Quando da execução da escavação propriamente dita, deverão ser apresentadas à Fiscalização, "croquis" das localizações, previamente aos serviços.

As escavações com mais de 1,25 m de profundidade deverão dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores, independentemente da adoção de escoramento.

As escavações acima de 1,20 m, de profundidade, serão taludadas ou protegidas, com dispositivos adequados de contenção. Quando se tratar de escavações permanentes, serão protegidas com muros de arrimo ou cortinas.

Todas as escavações serão protegidas, quando necessário, contra a ação de água superficial ou profunda, mediante drenagem, esgotamento ou rebaixamento do lençol freático.

Se a escavação interferir com galerias ou tubulações, deverá ser executado o escoramento de sustentação.

ESCAVAÇÃO MANUAL

São as escavações realizadas manualmente com auxílio de ferramentas, tais como: pás, enxadas e picaretas.

A partir de 2,20 m de profundidade, a escavação deverá ser executada com o uso de banquetas a cada 1,60 m.

ESCAVAÇÃO MECÂNICA

São as escavações realizadas com a utilização de equipamentos mecânicos adequados.

Em função das dimensões das escavações a serem executadas e do tipo de serviço, deverão ser utilizadas retro-escavadeiras sobre pneus, escavadeiras sobre esteiras ou tratores de lâmina.

Será considerada escavação localizada em terra, a escavação de todos os materiais decompostos ou aluvionares, fragmentos de rocha solta ou fissurada, bem como a de todos os demais materiais que puderem ser removidos pelos equipamentos pesados de escavação, sem dinamitação, com ou sem escarificação pesada.

Enquadram-se na classificação destes materiais as argilas, siltes, areias, pedregulhos, rochas e solos orgânicos.

ESCAVAÇÃO EM ROCHA

São as escavações realizadas com utilização de equipamentos mecânicos adequados, ou eventualmente, à critério da Fiscalização, com o uso de explosivos.

As dimensões das escavações e o material que compõe o solo definirão os equipamentos a serem utilizados, tais como: escarificadores, rompedores mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, ou equivalentes, para o desmonte e retro-escavadeiras sobre pneus ou escavadeiras sobre esteiras, para a remoção.

Quando for necessário o emprego de explosivos, e de comum acordo com a Fiscalização, a Empreiteira providenciará, obrigatoriamente, que sejam observadas as seguintes diretrizes:

Obtenção, junto às autoridades competentes, das indispensáveis autorizações para transporte, estocagem, manuseio e uso dos materiais explosivos;

Tomar todas as medidas de segurança para o emprego de explosivos, tanto na proteção de pessoas e patrimônios circundantes, quanto às dimensões da escavação, quanto ainda na preservação do material em torno, além dos limites definidos para a escavação;

Estudar e apresentar para aprovação da Fiscalização, o Plano de Fogo, para cada caso de emprego de explosivos. Esta aprovação não exime a Empreiteira da inteira responsabilidade decorrente do processo.

MATERIAL PROVENIENTE DA ESCAVAÇÃO

Quando o material for considerado, a critério da Fiscalização, apropriado para utilização no reaterro, será, a princípio, estocado ao longo da escavação, a uma distância equivalente à profundidade escavada, medida a partir da borda do talude.

Em vias públicas onde a deposição do material escavado puder acarretar problemas de segurança ou maiores transtornos à população, poderá a Fiscalização, a

seu critério, solicitar a remoção e estocagem para local adequado, para posterior utilização.

Materiais não reutilizáveis serão encaminhados aos locais de “bota-fora”.

A escavação deverá ser executada com a estrita observação das normas de segurança dos trabalhadores, veículos e pedestres.

Deverão ser tomadas as providências necessárias para prevenir possíveis acidentes que possam ocorrer durante a execução do serviço, devido à falta ou deficiência de sinalização e proteção, conforme as normas e as especificações de segurança.

CONTROLE DE QUALIDADE

A responsabilidade civil, as consequências legais e os custos, decorrentes de acidentes e/ou remanejamentos devido a interferências e eventuais danos causados a propriedades públicas ou privadas, ficarão a cargo da Empreiteira.

ATERRO, REATERRO E COMPACTAÇÃO

As operações de execução de aterros ou reaterros compreendem a descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação quando prevista em Projeto, do material selecionado procedente de empréstimo de outras escavações, de empréstimos de jazidas ou da própria escavação.

A execução obedecerá rigorosamente aos elementos técnicos fornecidos pela Fiscalização e constantes nas notas de serviço apresentadas no Projeto Executivo.

A operação será precedida da remoção de entulhos, detritos, pedras, água e lama, do fundo da escavação.

Deverá ser efetuada a determinação da umidade do solo, para definir a necessidade de aeração ou umedecimento.

Quando necessária, deverá ser procedida, também, a escarificação e ou umedecimento da camada existente, com vista à boa aderência à camada de aterro.

O lançamento do material deverá ser executado em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais, que permitam o umedecimento e a compactação, quando especificada. A espessura da camada solta (não compactada) não deverá ultrapassar 0,30 m. Para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 0,20 m.

A homogeneização da camada será realizada por meio da remoção ou fragmentação de torrões secos, remoção de material conglomerado, de blocos ou de

matacões de rocha alterada e de matéria orgânica.

Em caso de aterro e reaterro compactado, todas as camadas do solo deverão ser compactadas de maneira conveniente até se obter, na umidade ótima, a massa específica aparente seca correspondente ao Grau de Compactação de Projeto 95% ou 100% da massa específica aparente máxima seca (Ensaio de *Proctor* Normal) - mais ou menos 3% de tolerância.

Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida.

Em regiões onde houver ocorrência predominante de materiais rochosos será admitida a execução de aterros com o emprego destes, desde que previsto em Projeto. Deverá ser obtido um conjunto livre de grandes vazios e engaiolamentos. O diâmetro máximo dos fragmentos de rochas será limitado pela espessura da camada. O tamanho admitido para a maior dimensão será de 2/3 da espessura da camada.

Em regiões onde houver ocorrência predominante de areia, será admitida a execução de aterros com o emprego deste material, desde que previsto em Projeto.

VALAS E TUBULAÇÕES

As tubulações deverão ser envoltas por material isento de pedras e corpos estranhos. A compactação, caso ocorra, deverá ser procedida pelo emprego de soquetes manuais ou equipamento de pequeno porte apropriado; atingida a geratriz superior do tubo, deverá ser utilizado, de preferência, material do mesmo tipo do existente na escavação, em camadas não superiores a 0,30 m.

ATERROS COM AREIA

Em casos que requeiram reaterro especial com utilização de areia, deverão ser observadas as seguintes considerações:

A execução deverá obedecer rigorosamente às indicações de Projeto específico;

A areia deverá ser limpa, destituída de detritos, com o máximo de 5% de material passante na peneira 100 e permeabilidade da ordem de 1 X 10^2;

O material deverá ser lançado em camadas horizontais de espessuras não superiores a 40 cm;

O adensamento poderá ser mecânico ou hidráulico, ou uma combinação de ambos os métodos, a critério da Fiscalização;

Deverá ser dada especial atenção ao método e à energia de adensamento a ser empregado caso exista alguma estrutura sob o aterro, visando não danificá-la;

No caso de reaterro de tubulações, os tubos deverão estar lastreados e travados de modo a impedir o deslocamento durante a operação.

EQUIPAMENTOS PARA ATERROS

Na execução dos serviços deverá ser prevista a utilização de equipamentos apropriados, de acordo com as condições locais e as produtividades exigidas para o cumprimento dos prazos.

Em aterros e reaterros de valas, cavas, fundações ou escavações de pequenos volumes, serão utilizadas soquetes manuais, compactadores pneumáticos, placas vibratórias ou rolos compactadores de pequeno porte, com dimensões apropriadas a se obter as características de compactação definidas em Projeto.

Em grandes áreas ou escavações, poderão ser empregados tratores de lâmina, escavo-transportadores, moto-escavotransportadores, caminhões basculantes, moto-niveladoras, rolos de compactação (lisos, de pneus, pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios), rebocados por tratores agrícolas ou auto-propulsores, grade de discos para homogeneização e caminhões-pipa para umedecimento.

6.5.2 - Carga, Transporte e Descarga de Material Escavado

São os serviços de remoção e transporte de materiais soltos, previamente escavados (solos e rochas desmontadas) ou originados por demolições de estruturas, alvenarias ou pavimentos (entulhos).

CARGA MANUAL

Consiste no carregamento manual de material de qualquer categoria, em caminhões basculantes ou em outros equipamentos transportadores sem a utilização de equipamentos de carga.

CARGA MECANIZADA

Consiste no carregamento de material de qualquer categoria, em caminhões basculantes ou em outros equipamentos transportadores, com utilização de pás carregadeiras ou escavadeiras. O material pode ser oriundo de cortes ou empréstimos, de substituição de materiais de baixa qualidade retirados dos cortes, além de entulhos a serem removidos.

ENTULHO

Compreende o material originário de demolições em geral, qualquer que seja a natureza.

PROCEDIMENTO

Os materiais aproveitáveis deverão ser armazenados em local apropriado, de modo a evitar a segregação.

Qualquer tipo de material remanescente será levado e espalhado em bota-fora, em local autorizado pela Fiscalização.

A Empreiteira deverá tomar todas as precauções necessárias para que os materiais estocados em local apropriado ou espalhados em bota-foras, não causem danos às áreas e/ou obras circunvizinhas, por deslizamentos, erosão, etc. Para tanto, deverá a Empreiteira manter as áreas convenientemente limpas e bem drenadas.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrar material nos estoques, a critério da Fiscalização, estes depósitos serão tratados como bota-foras ou então, serão as sobras levadas pela Empreiteira e espalhadas nos bota-foras já existentes. As superfícies finais deverão apresentar bom aspecto, estar limpas, convenientemente drenadas e em boa ordem.

TRANSPORTE EM CAMINHÕES BASCULANTES

O material deverá ser lançado na caçamba, de maneira que fique uniformemente distribuído, no limite geométrico da mesma, para que não ocorra derramamento pelas bordas durante o transporte.

Para transporte em área urbana, estradas ou em locais onde haja tráfego de veículos ou pedestres, a caçamba do caminhão deverá ser completamente coberta com lona apropriada, ainda no local da carga, de forma a evitar a geração de poeira e o derramamento de material nas vias.

Deverão ser utilizados caminhões basculantes em número e capacidade compatíveis com a necessidade do serviço e com a produtividade requerida.

A carga deverá ser considerada dentro do limite legal de capacidade do veículo (volume e/ou peso), mesmo no interior de canteiros de obras.

EQUIPAMENTOS

Todos os veículos utilizados deverão estar em condições técnicas e legais de trafegar em qualquer via pública.

Entende-se por condições técnicas o bom estado do veículo, principalmente no que diz respeito à parte elétrica (faróis, setas, luz de advertência, luz de ré, etc.), motor (emissões de gases, vazamentos, etc.), freios, pneus, direção e sistema hidráulico.

Entende-se por condições legais a existência comprovada da documentação

do veículo - Seguro Obrigatório e IPVA em dia e documento de porte obrigatório original.

EQUIPE E EQUIPAMENTO DE CARREGAMENTO

A utilização da carga manual ou mecanizada se fará de acordo com as condições dos locais de carga e com as características dos materiais, com a definição a cargo da Fiscalização.

Para o carregamento manual, a equipe deverá estar devidamente protegida com EPI's (bota de couro, luvas e máscaras contra poeira) e provida das ferramentas adequadas.

Para o carregamento mecanizado deverão ser utilizadas pás carregadeiras, escavadeiras ou retroescavadeiras.

O percurso a ser seguido pelo caminhão será objeto de aprovação prévia pela Fiscalização.

Quando se tratar de material a ser estocado em depósitos ou bota-foras, o local de descarga será definido pela Fiscalização.

O trânsito dos veículos de carga, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado, tanto quanto possível, principalmente onde houver áreas com relevante interesse paisagístico ou ecológico.

TRANSPORTE EM CAMINHÕES BASCULANTES

No caso de materiais a serem medidos na báscula, tais como os provenientes de demolições, deverá haver a distribuição homogênea, de modo a permitir o cálculo do volume transportado em cada viagem.

Os caminhões deverão ter as dimensões das caçambas medidas e anotadas, previamente, com objetivo de facilitar a apropriação dos volumes, no caso de medição por volume solto carregado.

No caso de transporte em caminhões com carroceria de madeira deverá ser evitada a carga em excesso, para evitar deformações ou avarias na carga por problemas de acomodação. O material deverá estar convenientemente apoiado e travado.

6.6 - ESCORAMENTO DE VALAS, POÇOS E CAVAS

Consiste na contenção lateral das paredes de solo de cavas, poços e valas, por meio de pranchas metálicas ou de madeira fincadas perpendicularmente ao solo e travadas entre si com o uso de pontaletes e longarinas, também metálicos ou de madeira.

O escoramento será necessário pela constatação da possibilidade de

alteração da estabilidade de estruturas adjacentes à área de escavação ou com o objetivo de evitar o desmoronamento por ocorrência de solos inconsistentes, pela ação do próprio peso do solo e das cargas eventuais ao longo da área escavada em valas de maiores profundidades.

Os tipos de escoramento utilizados serão os especificados em Projeto e, na falta destes, os sugeridos pela Fiscalização, baseada na observação de fatores locais determinantes, tais como a qualidade do terreno, a profundidade da vala ou cava, a proximidade de edificações ou vias de tráfego etc.

Os tipos de escoramentos previstos estão abaixo relacionados.

CONTÍNUO DE MADEIRA

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de madeira de lei de 1"x10" (até 2,00 m de profundidade) ou pranchas de madeira de lei de 6x16 cm (acima de 2,00 m de profundidade), encostadas umas às outras, travadas horizontalmente por longarinas de madeira de lei de 6x16 cm (até 2,00 m de profundidade) ou de 8x18 cm (acima de 2,00 m de profundidade) em toda a extensão e estroncas de diâmetro 20 cm, espaçadas de 1,35 m, exceto nas extremidades das longarinas, das quais estarão a 0,40 m. As longarinas deverão estar espaçadas entre si de 1,00 m na vertical.

DESCONTÍNUO DE MADEIRA

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de madeira de lei de 1"x10" (até 2,00m de profundidade) ou pranchas de madeira de lei de 6x16 cm (acima de 2,00 m de profundidade), espaçadas de 0,30 m, travadas horizontalmente por longarinas de madeira de lei de 6x16 cm (até 2,00 m de profundidade) ou de 8x18 cm (acima de 2,00 m de profundidade) em toda a extensão, e estroncas com diâmetro de 20 cm, espaçadas de 1,35 m, exceto nas extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40 m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00 m.

DETALHAMENTOS DOS TIPOS DE ESCORAMENTO

Nas Figuras a seguir, constam os detalhamentos para o escoramento contínuo e para o descontinuo.

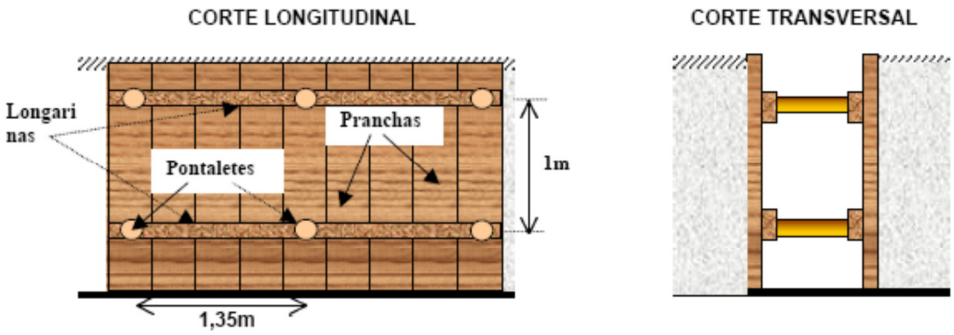

Figura 35: Escoramento contínuo. Fonte: SOPS (2005).

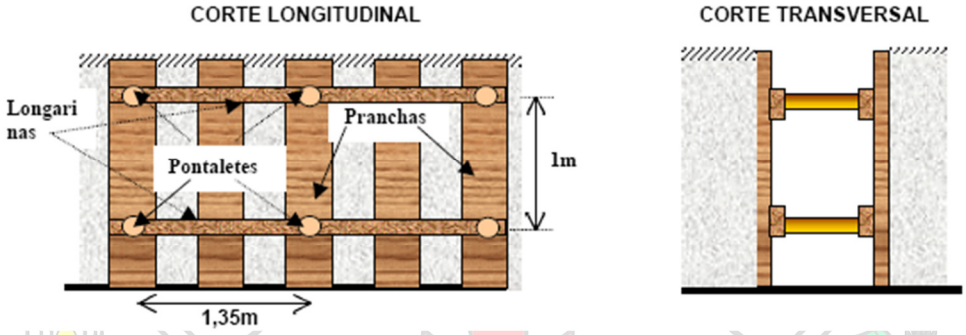

Figura 36: Escoramento descontínuo. Fonte: SOPS (2005).

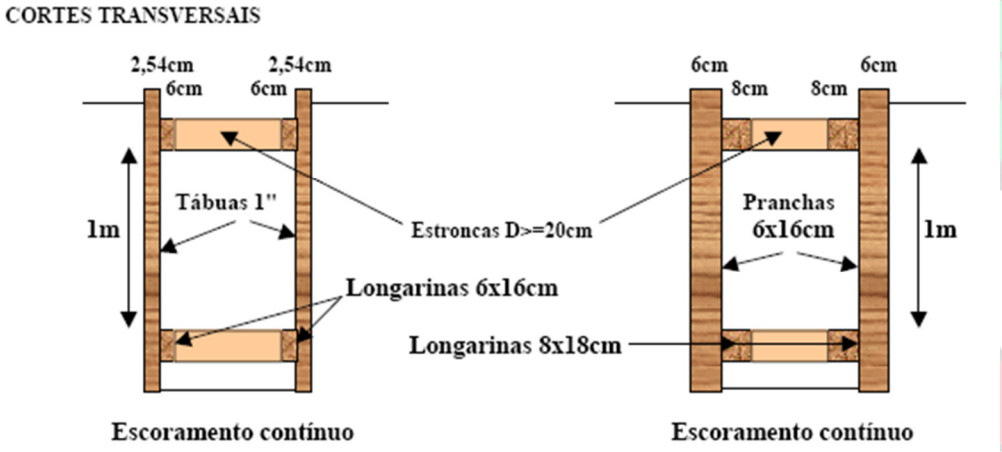

Figura 37: Cortes transversais. Fonte: SOPS (2005).

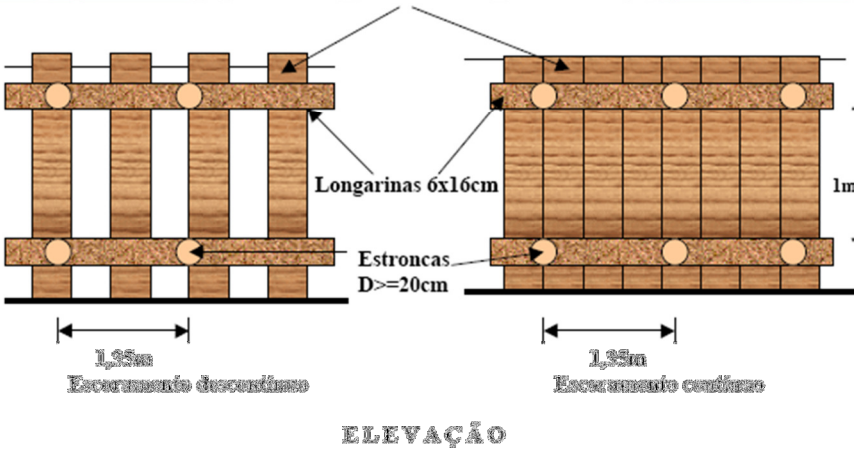

Figura 38: Tábuas ou pranchas de 6x16 cm. Fonte: SOPS (2005).

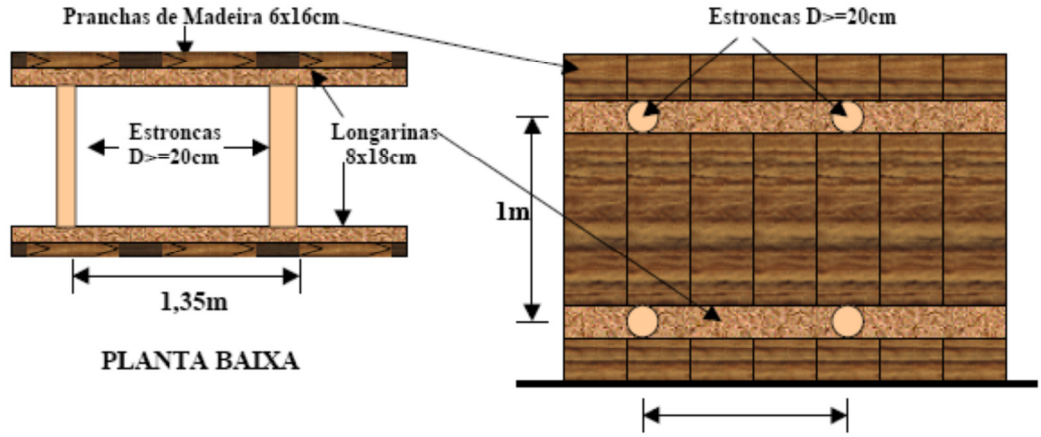

Figura 39: Corte transversal. Fonte: SOPS (2005).

6.7 - Esgotamento e Rebaixamento do Lençol Freático

A seguir estão descritos os procedimentos para esgotamento e rebaixamento do lençol freático, que serão utilizados na execução da obra.

6.7.1 - Esgotamento com Bombas

Deverão ser utilizadas bombas submersíveis apropriadas para serviços de drenagem, com potência e altura de recalque determinadas em função da vazão de esgotamento necessária à preservação das condições mínimas de trabalho na vala ou cava.

O posicionamento da bomba submersível deverá ocorrer nos locais onde o lençol freático aflora com maior intensidade, e deverá ocasionar recalque das águas subterrâneas, por meio de mangueiras acopladas à mesma.

Deverá ser realizada uma escavação adicional para que o maior acúmulo de água propicie melhores condições de trabalho ao crivo da bomba submersa, para tanto poderão ser utilizados drenos laterais à escavação.

Este tipo de rebaixamento não deverá ser utilizado em solos arenosos, em virtude da desagregação dos mesmos no vórtice gerado pelo funcionamento da bomba, o que pode causar desestabilização por erosão e eventuais recalques da base da vala ou cava.

6.8 - Assentamento de Tubos e Conexões de PEAD

As tubulações e conexões em PEAD (polietileno de Alta Densidade) poderão ser unidas de duas formas básicas: através de juntas soldadas (fixas) ou de juntas mecânicas (desmontáveis). A forma de união proposta pelo Projeto em tela prevê a

utilização de juntas soldáveis.

6.8.1.1 - Juntas Soldáveis

No processo de solda, o material será submetido a uma determinada temperatura por tempo suficiente para que entre em fusão. A seguir, as superfícies serão unidas sob certa pressão, suficiente para causar interação das massas fundidas. Após o resfriamento, deverá ser obtido um corpo único com as mesmas propriedades e características do material original. Recomenda-se proteger a região a ser soldada contra intempéries, independente do tipo de solda a ser adotado. Poderão ser adotados os seguintes tipos de soldas para as juntas, entretanto, a solda proposta para o Projeto é por eletrofusão devido ao diâmetro adotado:

Solda de topo: é o tipo mais comum de soldagem, devendo ser aplicada, principalmente, em tubos e conexões a partir de 63 mm de diâmetro, que apresentem a mesma composição e o mesmo SDR (*Standart Dimension Ratio*).Para a execução da solda de topo será necessário um equipamento constituído de uma unidade de força (composta de unidade hidráulica e alinhador), um faceador e uma placa de aquecimento;

Solda por eletrofusão: neste processo de solda, uma corrente elétrica de intensidade controlada, passa por uma resistência existente na conexão, a aquece e transfere ao tubo energia suficiente para que se fundam os dois elementos. È realizada a partir de uma máquina de eletrofusão que controla a tensão fornecida à conexão (39,5 V) e o tempo necessário para se atingir a temperatura de fusão dos elementos. Produtos de diferentes SDR ou de mesmo SDR e composições diferentes poderão ser soldados por eletrofusão.

Nos assentamentos com utilização de juntas com solda por eletrofusão, deverão ser observados os seguintes procedimentos, representados nas figuras a seguir:

Figura 40: Inicialmente o comprimento da conexão deverá ser medido, sem que a mesma seja retirada da embalagem (ORSE, 2011).

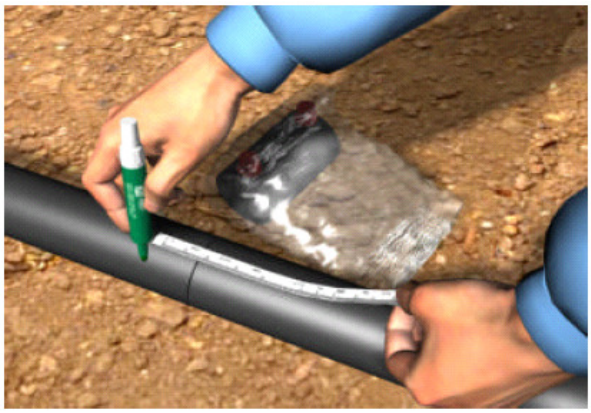

Figura 41: Com uma caneta, em cada um dos tubos, deverá ser marcada metade do valor medido (ORSE, 2011).

Figura 42: Toda a área de contato entre os tubos e a conexão deverá ser raspada com um raspador manual ou mecânico (ORSE, 2011).

Figura 43: A região raspada deverá ser limpa com uma solução à base de acetona. IMPORTANTE: a partir deste instante, a região a ser soldada não deverá ser tocada em nenhuma hipótese (ORSE, 2011).

Figura 44: A conexão será, então, retirada da embalagem, tomando-se a precaução de não se tocar na região interna da peça, onde está a resistência elétrica. Em seguida, a luva será encaixada, observando-se a marcação efetuada, que indicará a profundidade da bolsa até se

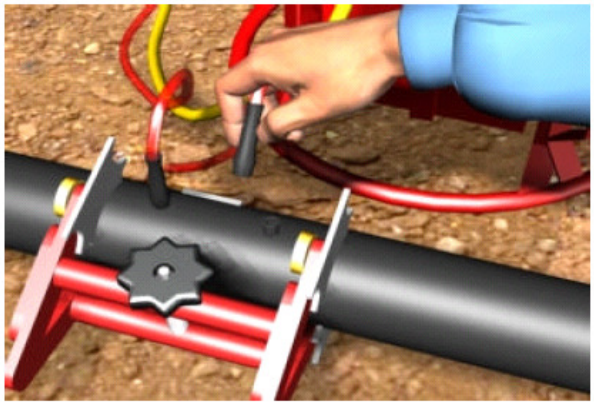

Figura 45: O alinhador será instalado e o cabo da máquina conectado aos bornes da conexão (ORSE, 2011).

chegar ao batente da conexão (ORSE, 2011).

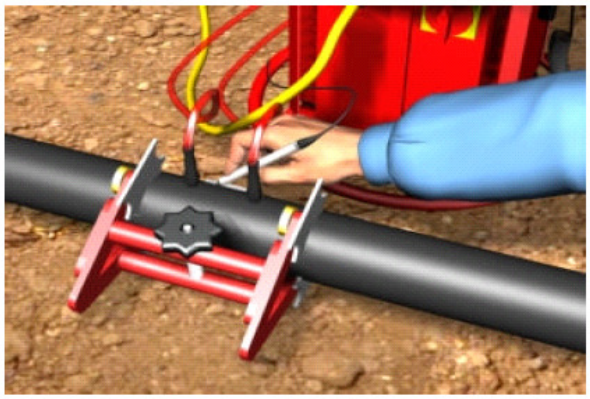

Figura 46: Os dados sobre a forma de soldagem - tensão e tempo - serão obtidos e informados à máquina de eletrofusão através da leitura do código de barras presente em todas as conexões, com auxílio de uma caneta ótica (ORSE, 2011).

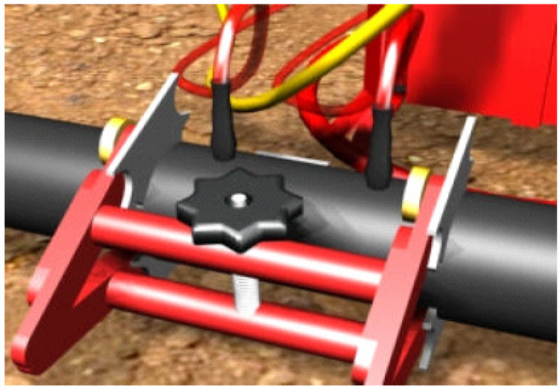

Figura 47: Por fim, a soldagem poderá ser executada. IMPORTANTE; deverá ser aguardado o tempo de resfriamento recomendado pelo fabricante da conexão. Somente após o resfriamento o alinhador poderá ser removido e o conjunto movimentado (ORSE, 2011).

Para a soldagem do tê de serviço, nas ligações prediais, deve se seguir as seguintes recomendações, ilustrados nas figuras a seguir:

Figura 48 - Com uma caneta deverá ser marcada, no tubo, a região a receber o tê (ORSE, 2011).

Figura 49 - O tê deverá ser colocado de volta em sua embalagem e a região demarcada deverá ser raspada manualmente (ORSE, 2011).

Figura 50 - A região raspada deverá ser limpa com solução à base de acetona.

Figura 51 - Com auxílio de um pedestal de fixação, o tê de serviço deverá ser

IMPORTANTE: a partir deste instante, a região a ser soldada não deverá ser tocada em nenhuma hipótese (ORSE, 2011).

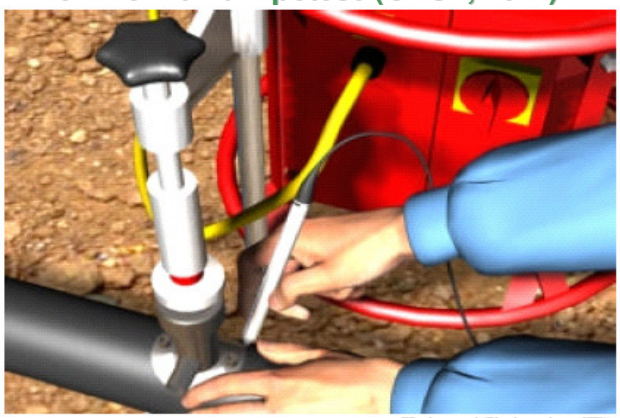

Figura 52 - Os dados sobre a forma de soldagem - tensão e tempo - serão obtidos e informados à maquina de eletrofusão através da leitura do código de barras presente em todas as conexões, com o auxílio de uma caneta ótica (ORSE, 2011).

posicionado na região demarcada (ORSE, 2011).

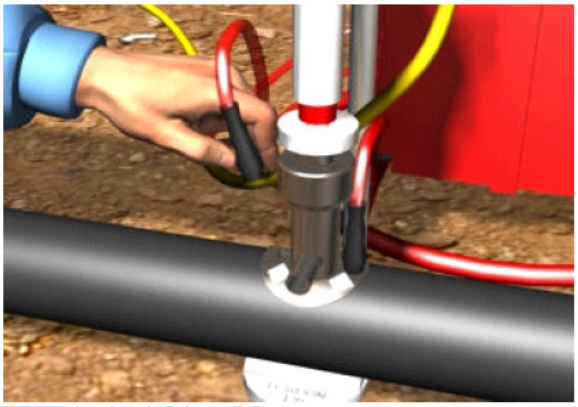

Figura 53 - O cabo da máquina devera ser conectado aos bornes to tê (ORSE, 2011).

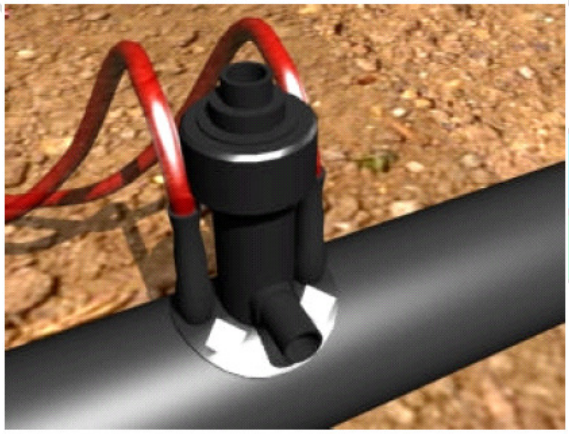

Figura 54 - A soldagem poderá ser executada. IMPORTANTE: Deverá ser aguardado o tempo de resfriamento recomendado pelo fabricante do tê. Somente após o resfriamento o pedestal poderá ser removido e o conjunto movimentado (ORSE, 2011).

O assentamento dos tubos deverá ser feito com o máximo de cuidado, pois, um único tubo ou acessório mal assentado poderá prejudicar a operação de todo o sistema. Desta forma, recomendam-se os seguintes cuidados:

Verificar a inexistência de corpos estranhos no interior dos tubos;

Evitar impactos nos tubos, inclusive ao depositá-los na vala;

Verificar o alinhamento dos tubos frequentemente no durante o assentamento;

Nunca utilizar pedras para calçar os tubos nas valas;

Cada vez que for interrompido o trabalho de assentamento dos tubos tampar as extremidades dos trechos interrompidos.

6.8.2 - Inspeção e Limpeza da Tubulação

Os tubos, peças e conexões deverão ser inspecionados e limpos antes do assentamento. Deverão ser assinalados os defeitos encontrados. A peça defeituosa só poderá ser aproveitada se for possível o reparo no local, sempre a exclusivo critério da Fiscalização. A tubulação também devera passar por processo de desinfecção, de acordo com a ABNT NBR 10156:1987 - Desinfecção de tubulações de sistema público de abastecimento de água.

6.8.3 - Valas

A seção das valas para assentamento da tubulação deverá obedecer as dimensões máximas definidas no Projeto.

Quando necessário, as valas serão escoradas, em conformidade com o disposto neste Relatório.

A base de apoio, no fundo da vala, deverá ser regularizada a fim de que a tubulação seja assentada em todo o comprimento.

6.8.4 - Embasamento da Tubulação

A tubulação será assentada no fundo da vala sobre base de apoio constituída por terra fofa selecionada, material granular fino (areia, pó de pedra, cascalho triturado ou brita zero) ou por concreto (simples ou armado).

O tipo de embasamento a ser executado deverá ser definido no Projeto, em função do tipo e condições do solo, do tipo de tubo a ser utilizado (rígido, semi-rígido ou flexível) e das cargas verticais atuantes (reaterro e tráfego).

6.8.5 - Alinhamento, Nivelamento e Ajustamento da Tubulação

A descida do tubo à vala será feita cuidadosamente para facilitar o alinhamento dos tubos por meio de um eixo comum, segundo o greide da tubulação.

Durante o assentamento, deverão ser adotados todos os cuidados e providências necessárias para o perfeito nivelamento, alinhamento e ajustamento das tubulações.

O assentamento da tubulação deverá acompanhar os serviços de abertura da vala.

A tubulação de esgoto deverá ser assentada no terço da caixa da rua, nunca na mesma vala da rede do sistema de abastecimento de água.

Os equipamentos utilizados no assentamento deverão ser apropriados, de forma a não comprometer a qualidade do serviço.

6.8.6 - Recobrimento da Tubulação

As redes deverão ser sempre recobertas, respeitadas as profundidades mínimas de 40 cm para as ruas de pedestres e 1,50 m para as ruas secundárias. Quando as tubulações forem externas deverão ser revestidas com argamassa de cimento e areia com traço 1:6, conforme ilustra a Figura 55.

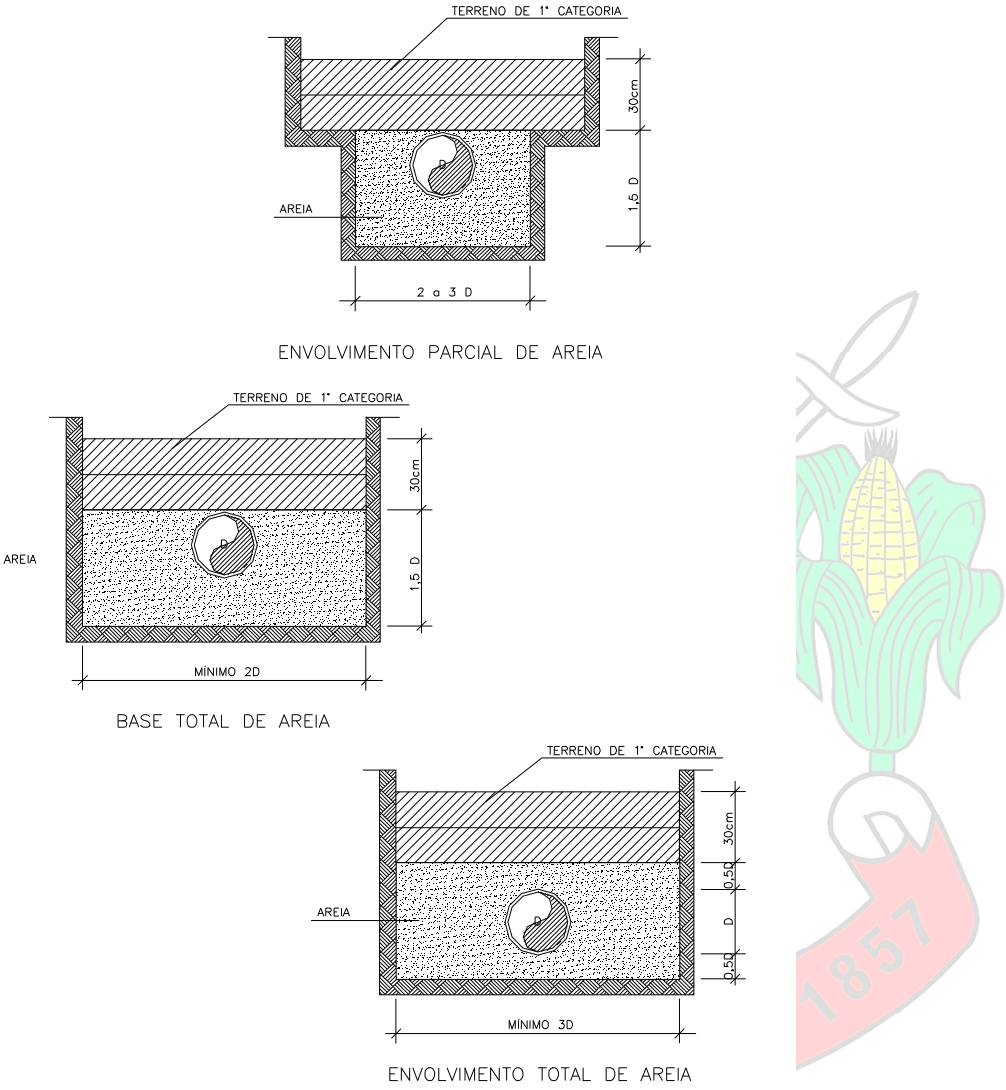

Figura 55 - Assentamento de tubulação em PVC. Fonte: SOPS (2005).

6.8.7 - Controle de Qualidade

Concluído o assentamento e antes do completo reaterro, quando solicitado pela Fiscalização, a tubulação será testada para que sejam verificados a estanqueidade e estabilidade da linha.

Os testes serão executados pela Contratada, sob supervisão da Fiscalização.

A Contratada deverá dispor de todos os materiais e equipamentos necessários

à realização dos testes.

Os procedimentos a serem adotados para a realização de cada tipo de teste serão estabelecidos pela Fiscalização.

Todos os reparos e substituições que venham a ser necessárias em decorrência dos testes deverão ser executados imediatamente pela Contratada.

As tubulações pressurizadas poderão, a critério da Fiscalização, ser submetidas a testes de estabilidade (pressão hidrostática) e de vazamento.

As tubulações com escoamento livre poderão, a critério da Fiscalização, ser submetidas a testes de alinhamento e de estanqueidade.

6.9 - Assentamento da Ligação Predial e Unidade de Medição e Controle

A ligação predial e UMC consistem na montagem do conjunto composto de tubos, peças, conexões caixa e medidor de volume de consumo (hidrômetro), que interliga a rede de distribuição à instalação predial do usuário. A unidade de medição pode ser substituída ao kite cavalete, associado ao hidrômetro, se acordo com a necessidade.

6.9.1 - Materiais

Caixas de proteção: as caixas de proteção para as instalações em muros, muretas e fachada deverão apresentar as seguintes características:

- Ser fabricadas com composto de polipropileno com carga e sem absorvedor de raios ultra-violeta nem estabilizador;
- Possuir, em sua parte inferior, uma pequena inclinação para a drenagem de água e movimentação do ar;
- Ter um sistema de reforço as paredes laterais;
- Conter no fundo, em sua parte interna, um identificador indicando o fabricante, o mês e o ano de fabricação;
- A tampa deve ser transparente, injetada em composto de policarbonato com carga e com aditivos suficientes para evitar a degradação por raios ultra-violetas e calor excessivo;

Colares de tomada: para suas derivações em redes com diâmetro externo 50 mm, fabricados em PVC rígido, com travas e saída roscável ½". As redes serão seccionadas para a colocação de tês com derivação de 50 mm;

Tubulação PEAD: deverão apresentar diâmetro de 20 a 32 mm e serem fabricados por empresa reconhecida, junto com todas as conexões necessárias à montagem;

Tubos e conexões de PVC rígido roscável: a tubulação e as peças utilizadas no "cavalete" deverão ser em PVC rígido roscável para instalações prediais de água fria, fabricadas de acordo com a NBR 05648;

Hidrômetro: com capacidade de 3 a 50 m³/h;

Caixa pré-moldada de concreto: as caixas e tampas deverão obedecer às dimensões de 50 x 30 x 30 cm, com entrada para tubulação de 4 cm e espessura de 3 cm.

EXECUÇÃO

As ligações obedecerão aos seguintes padrões de construção: ligação em muro ou fachada; ligação na calçada; e ligação em mureta. A execução da ligação predial de água consistirá nos seguintes serviços:

- Sinalização da via (quando necessário);
- Remoção das pavimentações ou demolições (quando necessário);
- Confecção da mureta (quando necessário);
- Escavação para a ligação do cavalete á rede pública e para assentamento da caixa de proteção na calçada, quando for o caso;
- Colocação da caixa de proteção (calçada, muro ou fachada);
- Confecção do cavalete;
- Instalação do hidrômetro;
- Assentamento da tampa de proteção de concreto ou de ferro fundido, nas caixas de calçada;
- Interligação do cavalete á rede pública;
- Reaterro e;
- Recomposição das pavimentações ou das superfícies, quando necessário.

6.10 - MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DO POÇO TUBULAR PROFUNDO

Os poços construídos em rochas sedimentares são rochas de baixa coesão com espaços intergranulares entre os grânulos que a compõem. Esta característica faz com que a água seja transmitida através da intercomunicação entre os espaços vazios ao longo do gradiente hidráulico (característica denominada de permeabilidade) e armazenado quando não há transmissão (propriedade denominada de porosidade) o que faz com que estes desmoronem, não sustentando as paredes do poço. Portanto, devem ser totalmente revestidos com tubos de revestimento lisos e revestimento ranhurados ou

filtros, para haver a transmissão de água para dentro do poço.

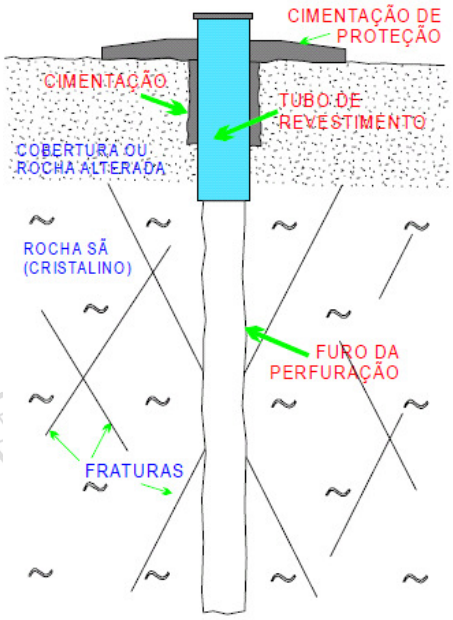

Figura 56: Perfil construtivo e litológico esperado do poço tubular a ser perfurado em rocha consolidada. Fonte: CPRM (1998).

Para a construção do poço, compreende o elenco de detalhes técnicos que servirão de parâmetros para a sua construção atendendo a norma ABNT NB-588 - Projeto de Poços para Captação de Água Subterrânea. Os passos para a construção do poço tubular profundo a ser perfurado constam a seguir.

Preparação do Canteiro de Obra e Acessos

A preparação dos acessos e plataforma para a instalação do equipamento de sondagem, transporte ida e volta, montagem e desmontagem do canteiro de obra é por conta da empresa contratada que perfurará o poço.

O local do canteiro de obra deve ser isolado para não permitir o acesso de pessoas não autorizadas e adotadas medidas de segurança para evitar acidentes.

A responsabilidade da empresa contratada, a vigilância do canteiro de obra e o fornecimento de energia elétrica.

A empresa será considerada instalada e apta ao início dos serviços após a fiscalização constatar na obra: a perfuratriz, equipamento, ferramental e materiais com capacidade e em quantidade suficientes para assegurar a execução dos trabalhos. Caso o poço seja em sedimento, incluir: construção do circuito para o fluido de perfuração com dimensão e declividade compatíveis com o terreno, profundidade e diâmetro final de furo.

Perfuração

Perfuração rotativa é o método de fazer um furo em formações sedimentares (principalmente) por meio de uma composição de perfuração rotativa que incorpora mecanismos de alimentação de fluido, controles de peso sobre broca, dentre outros, cortando, triturando e desgastando as rochas. O fluído de perfuração é injetado por dentro da haste e coluna de perfuração saindo pelos orifícios da broca e retornando à superfície conduzindo os fragmentos da rocha triturada, através do espaço entre a coluna e a parede do poço.

Uma máquina perfuratriz rotativa normalmente é equipada com todos ou com uma combinação dos seguintes componentes: motorização (um motor a explosão ou um motor elétrico); sistema de transmissão de potência (sistemas mecânicos, hidráulicos, pneumáticos ou elétricos); mecanismo rotativo (mesa rotativa ou fixa, cabeçote fixo ou móvel mecânico, ou motores de acionamento hidráulico ou pneumático ou elétrico); mastro ou torre; hastes (de perfuração e de acionamento ou sistema de circulação de fluido (linhas de transmissão com um compressor de ar ou uma bomba de lama, ou ambos); chassi; equipamento de *pull-down* (sistemas de cilindros hidráulicos e prendedores, correntes acionadas hidráulica, pneumática ou eletricamente, cabo ou pinhão e cremalheira); equipamento de levantamento (guincho + cabo, ou o equipamento de *pull-down* usado em reverso); equipamento de manuseio da haste de perfuração; e dispositivos de nivelamento acionados hidraulicamente.

A perfuração deve se iniciar com o furo piloto (e especificar o diâmetro) para em seguida ser alargado para os diâmetros finais previsto em planilha e croquis construtivo do poço.

O furo piloto, ou furo guia, deverá ser executado com diâmetro de 12". Aconselha-se que a profundidade do furo piloto seja de 10-20% a mais da profundidade do poço prevista em planilha. A perfuração do furo piloto deverá ser feita após a colocação e cimentação do tubo de boca ou de proteção sanitária, quando o projeto especificar tubo de boca.

O diâmetro de perfuração do tubo de boca deverá ser tal que garanta um espaço anular mínimo de 2" entre a parede do tubo e o furo.

Já princípio do método de perfuração a percussão consiste em se erguer e deixar cair em queda livre alternadamente, um pesado conjunto de ferramentas (porta-cabo, percussores, haste e trépano), que está suspenso por um cabo montado num tambor. O cabo é acionado por meio de um balancim de curso regulável. Ao cair em

queda livre, o trépano rompe o material rochoso, triturando-o, ao mesmo tempo em que gira sobre o seu próprio eixo, proporcionando um furo circular. O material solto, conhecido como fragmentos da perfuração é retirado do furo por meio de uma caçamba, necessitando para isto colocar água no furo enquanto o poço não estiver produzindo.

Uma máquina perfuratriz percussora, consiste essencialmente de um guincho de 3 tambores, com carretel principal, carretel do revestimento, carretel da caçamba; balancim para o cabo; eixo principal; torre telescópica e unidade motriz. Todo esse equipamento é montado sobre um chassi feito de aço e soldado eletricamente. Os acessórios consistem de porta-cabo, percussores, hastes, trépano e cabos, além de ferramentas utilitárias diversas.

Outro método de perfuração é por meio de ar comprimido, ou também chamado de roto-pneumática. O princípio do método roto-pneumático é baseado numa percussão em alta freqüência e de pequeno curso dado por um martelo (megadrill) em uma broca (bit) que, concomitantemente, é rotacionado triturando e desgastando a rocha. O fluido é o próprio ar comprimido transmitido pelo compressor por dentro da coluna de perfuração, passando por dentro do martelo e da broca.

A perfuratriz é composta basicamente de: um compressor (unidade geradora do sistema pneumática); um martelo de impacto (megadrill); e brocas (bits de botões e/ou pastilhas feitas de carbureto de tungstênio).

CIMENTAÇÃO

Poços Parcialmente Revestidos: A cimentação (proteção sanitária) deve ser executada em intervalos de 30 em 30 m, sem o uso de aditivos aceleradores de pega, mantendo-se a coluna refrigerada com a adição de água no seu interior.

A cimentação deve ser feita no encaixe do tubo de revestimento com a rocha sã e nos 10 m iniciais a partir da superfície do solo. Caso o poço possua tubo de proteção sanitária ou tubo de boca, a cimentação deve ser feita em toda a extensão do tubo de proteção sanitária tanto por fora como entre o espaço do tubo de revestimento e o tubo de proteção sanitária.

O intervalo entre uma cimentação e outra, pode ser preenchida por pré-filtro caso o poço tenha filtro; areia ou cascalho, caso o poço não tenha filtro.

A cimentação de pé deve ser feita por bombeamento, utilizando-se tubulação guia para descida da calda ou pasta de cimento e areia. A cimentação superior pode ser lançada a partir da superfície. Estes cuidados são necessários para garantir a

uniformidade da cimentação.

A cimentação deve ser realizada em etapas de 30m, aguardando-se o tempo de pega entre um intervalo e outro.

O tempo de pega é de 24 hs ou de 12 hs com utilização de aditivos aceleradores de pega.

Deve-se utilizar calda de cimento com traço 1:1 no pé de revestimento e pasta de cimento e areia 3:1 no restante. Deve-se aguardar pelo menos o tempo de 12 hs entre uma cimentação e outra.

INSTALAÇÃO E MONTAGEM DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

A instalação do conjunto motor-bomba consistirá da montagem da bomba, do motor e dos equipamentos elétricos necessários ao seu funcionamento, de acordo com os requisitos do projeto, com as especificações técnicas e com as recomendações do fabricante.

O roteiro básico para o recebimento, movimentação, armazenamento e instalação será o seguinte:

- Recebimento, inspeção, movimentação e armazenamento;
- Depois de removido o equipamento da sua embalagem, deverá se verificar a ocorrência de danos no mesmo, motivadas pelo carregamento e transporte;
- Caso alguma irregularidade tenha sido constatada, tal como falta de componentes ou algum dano no equipamento, o mesmo deverá ser imediatamente substituído;
- As bombas deverão ser movimentadas com muito cuidado e segurança, a fim de se evitar acidentes ou danos no equipamento. Os componentes pesados do conjunto, quando movimentados individualmente, deverão ser suspensos através do seu próprio olhal.

A instalação do conjunto motor-bomba deverá ser executada por pessoal especializado, seguindo as recomendações do fabricante e os requisitos do projeto e especificações.

As fases de instalação são as seguintes.

COLOCAÇÃO DE LUVA ROSQUEADA EM UMA EXTREMIDADE DO TUBO

As roscas, assim como tubos e luvas, deverão estar limpas interna e externamente;

Os cabos de saída do motor deverão ser conectados aos de descida e suas emendas devidamente isoladas;

O motor deverá ser cheio com água limpa, quando necessário. Após essa operação. O conjunto motor-bomba deverá ficar na posição vertical até a descida no poço.

Fixação do Conjunto Motor-Bomba no Primeiro Tubo do Edutor

Descida do conjunto motor-bomba: Na descida do conjunto motor-bomba no poço, deverá se cuidar para que sua tubulação não toque o revestimento, fato este que poderá contribuir para a soltura das luvas. O cabo elétrico deverá ser fixado aos tubos com abraçadeiras ou tiras de borracha uma acima e outra abaixo de cada luva. Deverão ser também fixados os eletrodos de nível mínimo e máximo com seus respectivos cabos, em cotas fornecidas pelo projeto ou pela Fiscalização. Junto com os cabos de energia e os cabos dos eletrodutos, deverá também ser instalada e fixada no tubo edutor uma tubulação de PVC destinada à medição dos níveis estático e dinâmico do poço.

Instalação dos Demais Equipamentos

Os demais equipamentos previstos em projeto, bem como as instalações elétricas de acionamento e controle dos mesmos, deverão ser instalados por equipes com experiência em montagens eletromecânicas, observando rigorosamente os requisitos das especificações, as normas técnicas pertinentes, as recomendações dos fabricantes e a orientação da Fiscalização.

Lajes de Proteção

Lajes de concreto com traço 1:2:3 com 1 m de lado, 0,25 m de espessura, com ressalto de 0,10 m acima da superfície do terreno e declividade de 2% do centro para a borda. Numa das laterais, deverá estar impresso o nome do contratante, do perfurador, o número de identificação e a data de início e conclusão do poço.

Boca do Poço

Deverá ser de 0,60 m de altura acima da laje de proteção, podendo ser aumentada em regiões alagadiças ou sujeitas à inundação.

A boca do poço deve ser descontada da profundidade total do poço.

Requisitos Para Realização do Teste de Produção

O teste só poderá ser iniciado após o completo desenvolvimento do poço e depois de efetivo estabelecimento de seu nível estático.

O teste de produção, a critério da empresa contratada, poderá ser executado com compressor ou com bomba submersa. Para se ter a flexibilidade de empregar um ou outro, ou eventualmente ambos, pode-se exigir da mesma, manter no local, esses dois tipos de equipamentos com respectivos implementos dimensionados para as características hidráulicas/construtivas do poço a ser testado.

ESPECIFICAÇÃO

A água bombeada deve ser lançada à distância tal que não venha mascarar o teste de produção do poço.

Medidores de vazão: para vazões iguais ou superiores a 50.000 litros/hora, deverão ser utilizados medidores contínuos tipo Venturi, de orifício calibrado, vertedouros ou outros que melhor se adaptar à situação. Para vazões menores, poderão ser utilizados recipientes de volume conhecido;

Medidor elétrico de nível, sensível, com plaquetas numeradas metro a metro no próprio cabo, cujo comprimento nunca deverá ser inferior a 75% da profundidade do poço em teste. A descida do cabo do medidor de nível deverá ser por tubulação independente de diâmetro interno ½" a 1".

TESTE DE VAZÃO CONTÍNUA

Indicado quando o bombeamento realizado por ocasião do desenvolvimento apontar uma vazão máxima de explotação inferior a 20.000 l/h. O teste deverá ter duração de 24 hs. Caso completadas as 24 hs de teste e o nível dinâmico não esteja estabilizado durante as últimas 6 hs, a vazão deverá ser reduzida de 20% sem que haja interrupção do bombeamento e o teste terá que se prolongar por mais 12 hs. Em qualquer situação, o teste só poderá ser dado por concluído quando a estabilização do nível dinâmico completar 6 hs. Para poços com vazões inferiores a 5.000 l/h a duração do teste poderá ser de 12 hs, desde que o nível do poço se estabilize por pelo menos 6 hs.

TESTE DE RECUPERAÇÃO

Concluído o teste de produção é iniciado imediatamente o teste de recuperação do poço.

O procedimento do teste consiste na medida da velocidade de recuperação do nível estático original do poço.

O teste de recuperação será dado por concluído quando o nível da água retornar à posição original ou próxima do Nível Estático (NE) inicial.

ENSAIO DE VERTICALIDADE E ALINHAMENTO

Um poço está na vertical quando o seu eixo coincidir com a linha vertical que passa pelo centro da boca do poço e alinhado quando seu eixo é uma reta.

O nível de exigência do ensaio depende do tipo de equipamento de bombeamento a ser utilizado na explotação do poço. Se for bomba submersa, injetores acionados a ar comprimido e pistão de bomba cavalete, é necessário que o equipamento a ser utilizado desça livremente pelo poço até 12 m abaixo da profundidade prevista para o posicionamento da bomba em regime de produção máxima do poço.

Caso o equipamento de produção do poço seja bomba de eixo prolongado ou para poços de alta produção, torna-se necessário, que o alinhamento esteja perfeito. É aceitável um desvio de poço de até 2º até 200 m.

A verticalidade é verificada pela descida de um gabarito rígido e justo com 12 m de comprimento suspenso por um cabo de aço, neste caso, o desvio aceitável é de 15,24 cm para cada 30,5 m de revestimento, segundo a AWWA.

O ensaio de verticalidade e alinhamento consiste na descida de um prumo formado por um tubo aberto com 0,50 m de comprimento e diâmetro 1 cm inferior ao diâmetro do trecho do revestimento em análise. O prumo não deverá desviar da vertical a cada 30 m.

A maneira mais moderna e precisa, no entanto, é através da realização do perfil de desvio e verticalidade. Este perfil consiste na descida de uma sonda que irá gerar um log com os graus de inclinação e azimute do poço. Tanto o ensaio de verticalidade e alinhamento realizado com prumo como com sondas eletrônicas deverá ser executado por pessoal especializado.

LIMPEZA E DESINFECÇÃO DO POÇO

É realizado após o teste de produção e de verticalidade e alinhamento. A área em volta do poço deverá ser completamente limpa e restaurada retirando-se todos os materiais estranhos tais como: ferramentas, madeiras, cordas, fragmentos de qualquer natureza, tinta de vedação e espuma, antes de ser desinfectado. A desinfecção deve ser feita com solução de cloro que permita se ter um teor residual de 5 ppm de cloro livre, com repouso mínimo de 2 hs.

COLETA DE AMOSTRA DE ÁGUA PARA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA

A coleta de amostra deve ser realizada 24 hs após a desinfecção do poço. Os seguintes procedimentos devem ser adotados.

- Bombear a água durante aproximadamente 1 hora;
- Fazer a desinfecção da saída da bomba com solução de hipoclorito de sódio a 10%, deixando escorrer a água por mais ou menos 5 minutos;
- Proceder à coleta da amostra, segurando o frasco próximo à base na posição vertical, efetuando o enchimento;
- Deixar espaço vazio para possibilitar a homogeneização da amostra.

As amostragens para análises bacteriológicas devem ser feitas antes da coleta para outro tipo de análise.

A amostragem deve ser feita utilizando-se de frascos de vidro neutro ou plástico autoclável, não tóxico, boca larga e tampa a prova de vazamento.

O período entre a coleta e o início das análises bacteriológicas não deve ultrapassar 24 hs e a sua conservação é feita em refrigeração à temperatura de 4° a 10° C.

A coleta de amostra para análise físico-química deve ser realizada em frascos de polietileno, limpos e secos, com capacidade mínima de um litro, devidamente vedados e identificados, devendo-se enxaguá-los duas a três vezes com a água a ser coletada e completar o volume da amostra.

As amostras devem ser registradas em fichas próprias com as seguintes informações: local, poço, ocorrência de fenômenos que possam interferir na qualidade da água, data, horário da coleta, volume coletado, determinações efetuadas no momento da coleta - temperaturas, condutividades, pH e cloro residual; nome do responsável pela coleta.

TAMPONAMENTO DO POÇO

Quando o revestimento for de PVC aditivado, o tamponamento deve ser feito com o cap macho rosqueável, quando for de aço por chapa soldada.

Caso haja necessidade de maior segurança, coloca-se além dos citados, um tubo com a parte superior lacrada e a inferior ancorada no cimento da laje de proteção sanitária. Este tubo deverá ter diâmetro de pelo menos 2 polegadas a mais que a boca do poço.

MANUTENÇÃO E LIMPEZA DO POÇO TUBULAR PROFUNDO

Para limpeza anual dos poços tubulares, poderemos utilizar produtos específicos para este fim, normalmente encontrados no mercado, pois o PVC aditivado é um material inerte e extremamente resistente ao contato de suas superfícies com

naturezas agressivas ou incrustantes, inclusive a compostos desinfetantes a base de cloro, hipocloritos e soda cáustica, desde que se mantenha a pressão do compressor sob controle os procedimentos de limpeza transcorrem normalmente.

Apenas em casos específicos é possível a correção de problemas após a conclusão da obra, pois se instalado corretamente, o produto PVC aditivado não deverá exigir manutenção corretiva jamais, pois a avaria que podem ocorrer durante a construção e operação dos poços tubulares geralmente tem razões construtivas e efeitos que podem vir a inutilizar o poço, mesmo que revestido com qualquer tipo de material como aço, aço preto, aço inox e PVC aditivado.

6.10.1 - Fundação da Base do Reservatório

De acordo com os resultados da avaliação da Sondagem SPT (Sondagem a Percurssão), segue-se para a construção da base do reservatório. A fundação é constituida de concreto armado, o qual se constitui pelos materiais em Aço CA 50 (armadura), completado com concreto a partir 20 MPa (FCK), o qual apresenta a resistência mínima para a estrutura da fundação. As estacas pré-moldadas, que devem ser distribuídas, no mínimo, entre quatro espaços equidistantes, são inseridas após a sua perfuração, onde o espaço em sobejo é completado pela estrutura em concreto armado.

Os detalhes em relação à fundação do reservatório está especificado, por meio de peças gráficas presentes nas figuras a seguir. Maiores detalhes também são fornecidos pela empresa responsável fornecedora do reservatório escolhido.

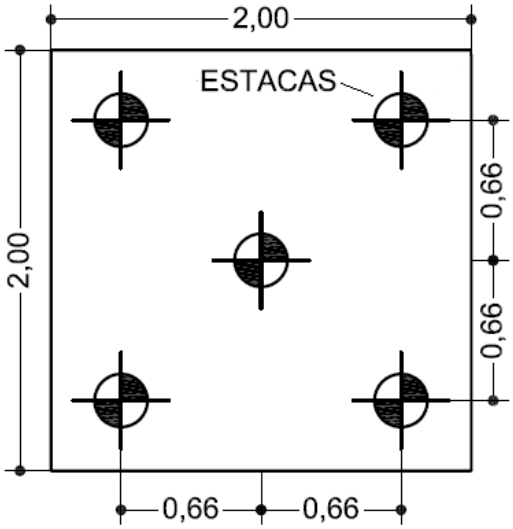

Figura 57: Planta de forma. Estacas escavadas (Φ 25 mm). Fonte: MULTCAIXAS (2011).

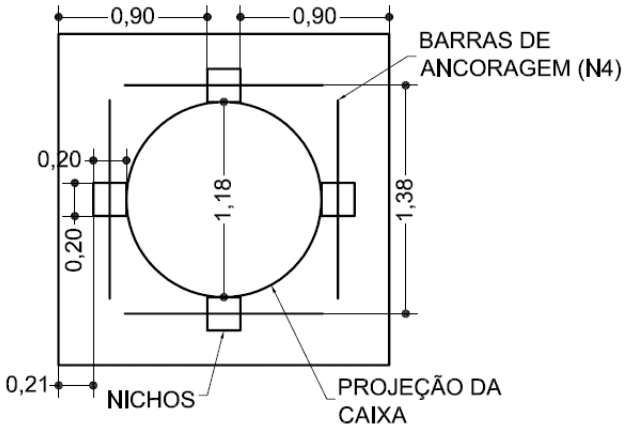

Figura 58: Locação dos Nichos (após a instalação da caixa os nichos deverão ser concretados). Fonte: MULTCAIXAS (2011).

O concreto a ser utilizado deve ser de 20 MPa.

7 - MANUTENÇÃO DA SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

7.1 - PROGRAMA DE SEGURANÇA

Um profissional com qualificação em segurança e higiene do trabalho deverá elaborar um Programa de Segurança, Higiene Ocupacional e Meio Ambiente que contemple no mínimo:

- As condições e meio ambiente de trabalho nas atividades e operações a serem executadas, considerados os riscos de acidentes e de doenças do trabalho e respectivas medidas preventivas;
- Projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas da execução do serviço;
- Especificação técnica das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas;
- Cronograma de implantação das medidas preventivas definidas no PCMSO e PPRA;
- *Layout* inicial dos locais de trabalho, que contemple, inclusive, previsão de dimensionamento das áreas de vivência;
- Programa educativo que contemple a temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, com a carga horária;

- Sistemática de contratação de empregados;
- Treinamento específico nos Procedimentos de Trabalho;
- Entrega de EPI e ferramentas adequadas e em perfeito estado de uso e conservação;
- Constituição de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA;
- Elaboração do Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO;
- Elaboração do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA.

7.2 - Análise de Risco da Tarefa - ART

A ART é a descrição detalhada e sistemática das etapas que compõem uma tarefa, com a identificação dos riscos de perdas para pessoas, equipamentos, materiais e meio ambiente.

É uma ferramenta utilizada para desenvolver procedimentos seguros de trabalho e consiste basicamente de quatro etapas, na seguinte ordem:

- Selecionar a tarefa com potencial de risco (tarefa crítica);
- Decompor a tarefa em fases, com observação e documentação;
- Identificar os riscos potenciais;
- Desenvolver um processo para eliminar ou controlar os riscos.

A ART deverá ser elaborada previamente e utilizada no momento da execução da tarefa. O objetivo é que todas as atividades com potencial de risco de acidentes e doenças ocupacionais sejam realizadas com a utilização da ART.

Apenas a elaboração completa de uma ART poderá garantir se uma tarefa tem risco ou não. Assim, deve-se evitar o critério de avaliar o risco da tarefa sem a elaboração da ART.

Todas as Ordens de Serviços serão consideradas em princípio, com potencial de riscos de acidentes e perdas em geral.

Antes da execução da tarefa, a ART deverá ser lida, avaliado o *checklist* e levada para o local onde será executado o serviço, para ter as recomendações seguidas.

Considerado o escopo dos serviços em tela, podem ser identificadas, preliminarmente, as seguintes atividades que deverão ter ART:

- Intervenções para troca de tubulações;

- Escavações;
- Manutenção no conjunto motor-bomba;
- Serviços no painel elétrico;
- Manutenção do reservatório.

7.3 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI'S)

Considera-se EPI - Equipamento de Proteção Individual, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

As seguintes diretrizes devem ser consideradas para o uso de EPI's:

- Deverão ser fornecidos EPI gratuitamente aos empregados, conforme a NR 6 da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
- Deverá ser fornecido treinamento sobre uso adequado, condições, especificação correta, higienização e quantidade em estoque dos EPI, que deverão ser utilizados pelos empregados;
- Poderão ser utilizados apenas EPI que disponham em caracteres indeléveis e visíveis, o nome comercial do fabricante ou importador, número do Certificado de Aprovação CA emitido pelo MTE;
- Será garantida a reposição de elementos filtrantes e substituição de EPI que apresentem algum sinal de desgaste, que possa comprometer o uso seguro;
- Os elementos filtrantes deverão no momento da entrega ao usuário, ter a data da entrega/abertura do lacre registrada nos mesmos. Não será admitido o uso de EPI danificado, contaminado ou com qualquer outra condição proibitiva;
- Será mantido estoque mínimo de cada EPI, de acordo com o número de empregados;
- Os EPI que possam ser utilizados por mais de um indivíduo, deverão ser higienizados por processo de limpeza e desinfecção seguro, que não provoquem danos ao equipamento. Deverão ser acondicionados em sacos plásticos para futuras utilizações;
- Especial atenção deve ser dedicada aos cintos de segurança, os quais

deverão ter talabartes em “Y” (duplos), com dupla trava;

- Cinto de segurança tipo abdominal deve ser utilizado apenas em serviços de eletricidade e em situações em que funcione como limitador de movimentação;
- Cinto de segurança tipo para-quedista deve ser utilizado em atividades a partir de 2,0 m de altura do piso, nas quais haja risco de queda do trabalhador;
- Os cintos de segurança tipo abdominal e tipo para-quedista devem dispor argolas e mosquetões de aço forjado, ilhoses de material não-ferroso e fivela de aço forjado ou material de resistência e durabilidade equivalente;
- Para os soldadores, os cintos deverão ter talabarde com alma de aço;
- A bota de segurança deve dispor de biqueira de aço, exceto para eletricistas, onde é indicada a bota com biqueira em material termoplástico;
- Para os usuários de óculos com lentes corretivas, deverão ser confeccionados óculos especiais de segurança com lentes corretivas;
- Não será permitido o uso de lentes de contato;
- Para trânsito, é obrigatório o uso de calçado de couro fechado;
- Nas atividades onde haja contato com agentes biológicos, deverão ser utilizadas roupas, botas e luvas em PVC, além de máscaras apropriadas para reter vapores orgânicos;
- No caso de uso de roçadeira elétrica, deverão ser utilizados: protetor facial, capacete, avental e perneira de couro, luvas, protetor auricular, máscara contra poeira, óculos de segurança e botas, além das proteções da máquina;
- Como EPI básico, deverão ser adotados os seguintes itens: óculos de segurança contra impacto, botas de couro, luvas de vaqueta, protetor auricular, perneira para o risco de animais peçonhentos e camisa de mangas compridas e calça sem bolsos traseiros, em tecido 100% algodão pré-encolhido.

7.3.1 - Procedimento

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- Sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem em fase de implantação;
- Para atender a situações de emergência.

Cabem ao empregador, quanto ao uso de EPI's, as seguintes responsabilidades:

- Adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- Exigir o uso;
- Fornecer ao trabalhador apenas o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, quanto a guarda e conservação;
- Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- Comunicar ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) qualquer irregularidade observada.

Cabem ao empregado, quanto ao uso de EPI's, as seguintes responsabilidades:

- Usar apenas para a finalidade destinada;
- Responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
- Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

A seguir consta a relação de equipamentos para proteção individual (EPI) considerada essencial para a execução das obras relacionadas ao Projeto.

7.3.2 - Proteção da Cabeça

CAPACETE

Capacete de segurança para proteção contra impactos, choques e fontes geradoras de calor.

CAPUZ

Capuz de segurança para proteção do crânio e pescoço contra riscos de origem térmica, respingo de produtos químicos e contato com partes giratórias ou móveis de máquinas.

7.3.3 - Proteção Para Olhos e Face

ÓCULOS

Para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes, contra luminosidade intensa, contra radiação ultravioleta, contra radiação infravermelha, contra respingos de produtos químicos.

PROTETOR FACIAL

Proteção da face contra impactos de partículas volantes, contra respingos de produtos químicos, contra radiação infravermelha, contra luminosidade intensa.

MÁSCARA DE SOLDA

Proteção dos olhos e face contra impactos de partículas volantes, contra radiação ultravioleta, contra radiação infravermelha, contra luminosidade intensa.

7.3.4 - Proteção Auditiva

Para proteção auditiva deverão ser utilizados os seguintes itens: protetor auditivo circum-auricular, protetor auditivo de inserção, protetor auditivo semi-auricular, para proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR 15.

7.3.5 - Proteção Respiratória

Para proteção respiratória deverá ser utilizado respirador purificador de ar para proteção das vias respiratórias contra poeiras e névoas, fumos radionuclídeos, contra vapores orgânicos ou gases ácidos em ambientes com concentração inferior a 50 ppm (parte por milhão), contra gases emanados de produtos químicos.

7.3.6 - Proteção do Tronco

Deverão ser utilizadas vestimentas de segurança que ofereçam proteção ao tronco contra riscos de origem térmica, mecânica, química, radioativa e meteorológica e umidade proveniente de operações com uso de água.

7.3.7 - Proteção dos Membros Superiores

LUVA

Proteção das mãos contra agentes abrasivos e escoriantes, contra agentes cortantes e perfurantes, contra choques elétricos, contra agentes térmicos, contra agentes biológicos, contra agentes químicos, contra vibrações, radiações ionizantes.

CREME PROTETOR

Creme protetor de segurança para proteção dos membros superiores contra agentes químicos, de acordo com a Portaria SSST nº 26, de 29/12/1994.

MANGA

Para proteção do braço e do antebraço contra choques elétricos, contra agentes abrasivos e escoriantes, contra agentes cortantes e perfurantes, contra umidade proveniente de operações com uso de água, contra agentes térmicos.

BRAÇADEIRA

Braçadeira de segurança para proteção do antebraço contra agentes cortantes.

DEDEIRA

Dedeira de segurança para proteção dos dedos contra agentes abrasivos e escoriantes.

7.3.8 - Proteção dos Membros Inferiores

CALÇADO

Contra impactos de quedas de objetos sobre os artelhos, contra choques elétricos, contra agentes térmicos, contra agentes cortantes e escoriantes, contra umidade proveniente de operações com uso de água, contra respingos de produtos químicos.

MEIA

Contra baixas temperaturas.

PERNEIRA

Proteção da perna contra agentes abrasivos e escoriantes, contra agentes térmicos, contra respingos de produtos químicos, contra agentes cortantes e perfurantes, contra umidade proveniente de operações com uso de água.

CALÇA

Proteção das pernas contra agentes abrasivos e escoriantes, contra respingos de produtos químicos, contra agentes térmicos, contra umidade proveniente de operações com uso de água.

7.3.9 - Proteção do Corpo Inteiro

MACACÃO

Proteção do tronco e membros superiores e inferiores contra chamas, contra agentes térmicos, contra respingos de produtos químicos, contra umidade proveniente de operações com uso de água.

CONJUNTO

Formado por calça e blusão ou jaqueta ou paletó para proteção do tronco e membros superiores e inferiores contra agentes térmicos, contra respingos de produtos químicos, contra umidade proveniente de operações com uso de água, contra chamas.

VESTIMENTA DE CORPO INTEIRO

Vestimenta de segurança para proteção de todo o corpo contra respingos de produtos químicos, contra umidade proveniente de operações com água.

7.3.10 - Proteção Contra Quedas Com Diferença de Nível

DISPOSITIVO TRAVA QUEDA

Proteção do usuário contra quedas em operações com movimentação vertical ou horizontal, quando utilizado com cinturão de segurança para proteção contra quedas.

CINTURÃO

Proteção do usuário contra riscos de queda em trabalhos em altura, contra riscos de queda no posicionamento em trabalhos em altura.

7.3.11 - Controle de Qualidade

Abaixo seguem algumas recomendações necessárias ao controle de qualidade no uso de EPI's:

- Utilizar sempre os serviços de proteção individual adequados ao risco de cada atividade;
- Os equipamentos de proteção individual (EPI) devem ser fornecidos gratuitamente pela empresa;
- Devem ser utilizados apenas EPI's com Certificado de Aprovação (C.A.);
- Utilizar os Equipamentos de Proteção Individual apenas para a finalidade a qual se destinam;
- A guarda e a conservação do EPI são de responsabilidade do usuário;
- Usar o uniforme fornecido, devidamente higienizado e solicitar a

substituição quando houver ocorrência que o torne impróprio para o uso;

- Orientar os funcionários, visitantes e terceiros, quanto a utilização correta de EPI's;
- EPI não evita acidentes, apenas pode neutralizar ou minimizar as lesões;
- Substituir o EPI sempre que o mesmo apresentar alteração ou desgaste que o torne ineficaz;
- Durante a realização de trabalho em locais elevados é obrigatório o uso de cintos de segurança, tipo pára-quedista com dois talabartes, em todos os trabalhos realizados acima de dois metros de altura.

7.4 - Serviços de Operação e Manutenção Elétrica

Para os serviços de operação e manutenção elétrica devem ser consideradas as seguintes diretrizes e procedimentos:

- A execução e manutenção das instalações elétricas serão realizadas por trabalhador qualificado e a supervisão por profissional legalmente habilitado;
- Todo profissional, para instalar, operar, inspecionar ou reparar instalações elétricas, deve estar apto a prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente por meio das técnicas de reanimação cardio-respiratória;
- Todo profissional, para instalar, operar, inspecionar ou reparar instalações elétricas, deve estar apto a manusear e operar equipamentos de combate a incêndio utilizado nessas instalações;
- Atenção especial deve ser dada a caso de ajudantes, que deverão ter todas as atividades analisadas, de forma a evitar riscos existentes nas atividades dos eletricistas;
- Poderão ser realizados serviços apenas nas instalações com o circuito elétrico desenergizado;
- É proibida a existência de partes vivas expostas de circuitos e equipamentos elétricos;
- As emendas e derivações dos condutores devem ser executadas de

modo que assegurem a resistência mecânica e contato elétrico adequado;

- O isolamento de emendas e derivações deve ter característica equivalente a dos condutores utilizados;
- Os condutores devem ter isolamento adequado, não permitido obstruir a circulação de materiais e pessoas;
- Os circuitos elétricos devem ser protegidos contra impactos mecânicos, umidade e agentes corrosivos;
- Sempre que a fiação de um circuito provisório se tornar inoperante ou dispensável deve ser retirada pelo eletricista responsável;
- As chaves blindadas devem ser utilizadas apenas para circuitos de distribuição, proibido o uso como dispositivo de partida e parada de máquinas;
- Os fusíveis das chaves blindadas devem ter capacidade compatível com o circuito a proteger, não permitida a substituição por dispositivos improvisados ou por outros fusíveis de capacidade superior, sem a correspondente troca da fiação;
- Em todos os ramais destinados a ligação de equipamentos elétricos deve ser instalada disjuntores ou chaves magnéticas, independentes, que possam ser acionados com facilidade e segurança;
- As redes de alta-tensão devem ser instaladas de modo a evitar contatos acidentais com veículos, equipamentos e trabalhadores em circulação;
- Os transformadores e estações abaixadoras de tensão devem ser instalados em local isolado, com acesso permitido apenas por profissional legalmente habilitado ou trabalhador qualificado;
- As estruturas e carcaças dos equipamentos elétricos devem ser eletricamente aterradas;
- Nos casos em que haja possibilidade de contato acidental com qualquer parte viva energizada deve ser adotado isolamento adequado;
- Os quadros gerais de distribuição devem ser mantidos trancados, com os circuitos identificados;
- Ao religar chaves blindadas no quadro geral de distribuição, todos os equipamentos devem estar desligados;

- Máquinas ou equipamentos elétricos móveis só podem ser ligados por intermédio de conjunto plugue e tomada;
- Para operações onde exista o risco de arco voltaico e choques elétricos deverão ser utilizadas roupa especial em NOMEX e luva para alta tensão, compatível com as tensões existentes.

7.5 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

No transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais as seguintes diretrizes e procedimentos devem ser consideradas:

- No caso de equipamentos de transporte, com força motriz própria (caminhão hidrovácuo), o operador deverá receber treinamento específico, de habilitação nessa função;
- Os materiais devem ser armazenados e estocados de modo a não prejudicar o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais, o acesso aos equipamentos de combate a incêndio, não obstruir portas ou saídas de emergência e não provocar empuxos ou sobrecargas nas paredes, lajes ou estruturas de sustentação, além do previsto no dimensionamento;
- As pilhas de materiais, a granel ou embalados, devem ter forma e altura que garantam a estabilidade e facilitem o manuseio;
- Tubos, vergalhões, perfis, barras, pranchas e outros materiais de grande comprimento ou dimensão devem ser arrumados em camadas, com espaçadores e peças de retenção, separados de acordo com o tipo de material e a bitola das peças;
- O armazenamento deve ser feito de modo a permitir que os materiais sejam retirados e obedeçam a sequência de utilização planejada, de forma a não prejudicar a estabilidade das pilhas;
- Os materiais não podem ser empilhados diretamente sobre piso instável, úmido ou desnivelado;
- Os materiais tóxicos, corrosivos, inflamáveis ou explosivos devem ser armazenados em locais isolados, apropriados, sinalizados e de acesso permitido apenas a pessoas devidamente autorizadas. Estas devem ter conhecimento prévio do procedimento a ser adotado em caso de

eventual acidente.

7.6 - MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS DIVERSAS

Para máquinas, equipamentos e ferramentas diversas os procedimentos essenciais de segurança a serem observados são os seguintes:

- Os reparos, a limpeza, os ajustes e a inspeção de máquinas, poderão apenas ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável;
- A manutenção e inspeção poderão apenas ser executadas por pessoas credenciadas;
- A manutenção e inspeção das máquinas e equipamentos devem ser feitas de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante e/ou de acordo com as normas oficiais;
- A operação de máquinas e equipamentos que exponham o operador ou terceiros a riscos só pode ser feita por trabalhador qualificado;
- Devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores, transmissões e partes perigosas das máquinas ao alcance dos trabalhadores;
- As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de partes móveis, projeção de peças ou de partículas, devem ser providos de proteção adequada;
- O abastecimento de máquinas e equipamentos com motor a explosão deve ser realizado por trabalhador qualificado, em local e horário apropriado, com a utilização de técnicas e equipamentos que garantam a segurança da operação;
- Na operação de máquinas e equipamentos, com tecnologia diferente da que o operador esteja habituado a utilizar, deverá ser realizado novo treinamento de requalificação;
- As máquinas e equipamentos devem ter acionamento e parada de modo que:
    - Seja acionado ou desligado pelo operador na posição de trabalho;
    - Não se localize na zona perigosa da máquina ou do equipamento;
    - Possa ser desligado em emergência por outra pessoa que não seja o operador;
    - Não possa ser acionado ou desligado, involuntariamente, pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
    - Não acarrete riscos adicionais.

Toda máquina deve conter dispositivo de bloqueio para impedir o acionamento por pessoa não autorizada;

As máquinas, equipamentos e ferramentas devem ser submetidos à inspeção e manutenção de acordo com as normas técnicas oficiais, dispensada especial atenção a freios, mecanismos de direção, cabos de tração e suspensão, sistema elétrico e outros dispositivos de segurança;

Toda máquina ou equipamento deve estar localizado em ambiente com

iluminação natural e/ou artificial adequado a atividade, em conformidade com a o NBR 5413/91 - Níveis de Iluminância de Interiores, da ABNT;

As inspeções de máquinas e equipamentos devem ser registradas em documento específico no qual constem as datas e falhas observadas, as medidas corretivas adotadas e a indicação de pessoa, técnico ou empresa habilitada que as realizou;

Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas;

As ferramentas devem ser apropriadas ao uso, com substituição imediata e proibida o emprego das defeituosas, danificadas ou improvisadas;

Os trabalhadores devem ser treinados e instruídos para a utilização segura das ferramentas, especialmente os que irão manusear ferramentas elétricas/pneumáticas (roçadeiras, hidrovácuo);

É proibido o porte de ferramentas manuais em bolsos ou locais inapropriados. Para tanto, deverá ser utilizada sacola específica;

As ferramentas manuais com gume ou ponta, quando não utilizadas, devem ser protegidas com bainha de couro ou outro material de resistência e durabilidade equivalentes;

Os condutores de alimentação das ferramentas portáteis devem ser manuseados de forma que não sofram torção, ruptura ou abrasão, nem obstruam o trânsito de trabalhadores e equipamentos;

É proibida a utilização de ferramentas elétricas manuais sem duplo isolamento;

Quanto às máquinas, equipamentos e ferramentas diversas:

- Os protetores removíveis só podem ser retirados para limpeza, lubrificação, reparo e ajuste, e após devem ser, obrigatoriamente, recolocados;
- Os operadores não podem se afastar da área de controle das máquinas ou equipamentos sob sua responsabilidade, quando em funcionamento;
- Adotar outras medidas para eliminar riscos provenientes de funcionamento acidental;
- Inspeção, limpeza, ajuste e reparo devem ser executados apenas com a máquina ou o equipamento desligado, salvo se o movimento for indispensável à realização da inspeção ou ajuste;
- As ferramentas manuais não devem ser deixadas sobre passagens, escadas, andaimes e outras superfícies de trabalho ou de circulação, com guarda em local apropriado, quando

não estiver em uso;

- Para o uso de roçadeira, deverá ser o local totalmente isolado da ocorrência de terceiros. Em caso contrário, deverá ser utilizada lâmina de nylon.

7.7 - ERGONOMIA

Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, deverá ser realizada análise ergonômica do trabalho, que abordará, no mínimo, as condições de trabalho conforme a NR 17.

Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer a saúde ou a segurança. O limite máximo para deslocamento manual de peso, será de 20 Kg.

Todo trabalhador designado para o transporte manual regular de cargas, que não as leves, devem receber treinamento ou instruções satisfatórias quanto aos métodos de trabalho que deverá utilizar com vistas a salvaguardar a saúde e prevenir acidentes.

Com vistas a limitar ou facilitar o transporte manual de cargas, deverão ser utilizados meios técnicos apropriados.

Para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito de pé, as bancadas, mesas, painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com a atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;
- Ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;
- Ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

Os assentos devem ter os seguintes requisitos mínimos de conforto:

- Altura ajustável a estatura do trabalhador e a natureza da função exercida;
- Características de pouca ou nenhuma conformação na base do assento;
- Borda frontal arredondada;
- Encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar.

Todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características dos trabalhadores e a natureza do trabalho a ser executado.

Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.

7.8 - ESCAVAÇÕES

As escavações devem seguir os procedimentos e diretrizes relacionados em continuidade:

- A área de trabalho deve ser previamente limpa, bem como todas as estruturas que possam ser afetadas pela escavação devem ser escoradas;
- Os serviços de escavação devem ter responsável técnico legalmente habilitado;
- Quando existir cabo subterrâneo de energia nas proximidades das escavações, as mesmas só poderão ser iniciadas quando o cabo estiver desenergizado;
- Os taludes instáveis das escavações superiores a 1,25 m devem ter estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas, e dispor de escadas ou rampas, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores;
- Para elaboração do Projeto e execução das escavações a céu aberto, serão atendidas as condições exigidas na NBR 9061/85 - Segurança de Escavação a Céu Aberto;
- Os materiais retirados da escavação devem ser depositados a uma distância superior a metade da profundidade, medida a partir da borda do talude;
- Os taludes com altura superior a 1,75 m devem ter estabilidade garantida;
- As escavações devem ter sinalização e isolamento, inclusive noturnos;
- Os acessos de trabalhadores, veículos e equipamentos às áreas de escavação devem ter sinalização de advertência permanente;
- É proibido o acesso de pessoas não autorizadas às áreas de escavação;
- Antes de ser iniciada a escavação, o responsável deve procurar se informar a respeito da existência de galerias, canalizações e cabos;
- Os escoramentos devem ser inspecionados diariamente;
- Quando for necessário rebaixar o lençol d'água (freático), os serviços devem ser executados por pessoas ou empresas qualificadas;
- Cargas e sobrecargas ocasionais, bem como possíveis vibrações, devem ser levadas em consideração para determinar a inclinação das paredes do talude, a construção do escoramento e o cálculo dos elementos necessários;
- A localização das tubulações deve ter sinalização adequada;
- As escavações devem ser realizadas por pessoal qualificado, que orientará os

operários, quando se aproximarem das tubulações até a distância mínima de 1,50 m;

- Tráfego próximo às escavações deve ser desviado e, na impossibilidade, reduzida a velocidade dos veículos;
- Devem ser construídas passarelas de largura mínima de 0,60 m, protegidas por guarda-corpos, quando for necessário o trânsito sobre a escavação.

7.9 - Operações de Solda e Corte a Quente

As operações de solda e corte a quente deverão considerar as seguintes diretrizes essenciais mínimas de segurança:

- As operações de solda e cortes poderão ser realizadas apenas por trabalhadores qualificados com ventilação local e exaustor dos fumos originados no processo;
- O dispositivo utilizado para manusear eletrodos deve ter isolamento adequado a corrente usada, a fim de se evitar a formação de arco elétrico ou choques no operador;
- Nas operações de solda e corte, é obrigatória a utilização de anteparo eficaz para a proteção dos trabalhadores circunvizinhos, em material incombustível;
- São proibidas substâncias inflamáveis e/ou explosivas próximo a cilindros de oxigênio;
- Os equipamentos de solda elétrica devem ser aterrados;
- Os fios condutores dos equipamentos, as pinças ou os alicates de solda devem ser mantidos longe de locais com óleo, graxa ou umidade, e devem ser deixados em descanso sobre superfícies isolantes.

7.10 - Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas

Para movimentação e transporte de materiais e pessoas as seguintes diretrizes essenciais de segurança deverão ser observadas:

- Os equipamentos de transporte vertical de materiais e de pessoas devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado;
- A montagem e desmontagem devem ser realizadas por trabalhador qualificado;
- A manutenção deve ser executada por trabalhador qualificado, sob supervisão de profissional legalmente habilitado;
- Todos os equipamentos de movimentação e transporte de materiais e pessoas só devem ser operados por trabalhador qualificado, com registro na Carteira de

Trabalho;

- No transporte vertical e horizontal de materiais, a área de movimentação da carga, deverá estar isolada e sinalizada;
- Quando o local de lançamento de materiais não for visível pelo operador do equipamento, deve ser utilizado sistema de sinalização, sonoro ou visual, ou comunicação por rádio para determinar o início e o fim do transporte;
- No transporte e descarga dos perfis, vigas e elementos estruturais, devem ser adotadas medidas preventivas quanto á sinalização e isolamento da área;
- Os acessos do serviço devem estar desimpedidos, para possibilitar a movimentação dos equipamentos de guindar e transportar;
- Antes do início dos serviços, os equipamentos de guindar e transportar devem ser vistoriados por trabalhador qualificado, com relação a capacidade de carga, altura de elevação e estado geral do equipamento;
- Todas as manobras de movimentação devem ser executadas por trabalhador qualificado e por meio de código de sinais convencionados;
- Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas;
- Os equipamentos devem estar totalmente travados e aterrados;
- O levantamento manual ou semimecanizado de cargas deve ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com a capacidade de força, conforme a NR 17;
- É proibido o transporte de pessoas por equipamento de guindar;
- Os equipamentos de transportes de materiais devem possuir dispositivos que impeçam a descarga acidental do material transportado;
- Os equipamentos deverão dispor de alarme sonoro sincronizado à marcha-ré;
- A área de isolamento das máquinas deverá cobrir o equipamento e toda a área de alcance da lança;
- Para o isolamento, as máquinas deverão dispor de um kit com fitas de isolamento e 4 placas com os dizeres: “Não ultrapasse. Risco de queda de material”, para serem colocadas em todas as faces do isolamento.

7.11 - Procedimentos em Caso de Emergência

Sempre que houver emergência, todos os serviços deverão ser imediatamente paralisados e os empregados seguir para um ponto pré-determinado.

Cabe ao responsável pela unidade, definir procedimentos de emergência adequados às atividades.

Para comunicação devem ter números telefônicos de hospitais, bombeiros, pessoas chaves na empresa, etc.

Para os serviços a serem realizados na subestação, acesso aos poços de visita, escavações, com risco de queda nas lagoas, e outros mais identificados como de risco imediato à vida, deverão ser de conhecimento dos empregados, os respectivos planos de emergência, previstos os recursos necessários, bem como linhas de atuação conjunta e organizada, para as seguintes situações:

- Incêndio e explosão;
- Queda de operário (a) nas lagoas;
- Condições adversas (vento e chuva);
- Poluição ou acidente ambiental;
- Socorro a acidentados.

7.12 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

Para a adequada manutenção das condições sanitárias e de conforto, deverão ser previstos os seguintes itens:

- Sanitários - constituídos de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção mínima de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 trabalhadores ou fração. Deverão estar disponíveis em locais de fácil e seguro acesso, não permitido um deslocamento superior a 150m do posto de trabalho, com:
- Paredes resistentes e laváveis;
- Portas de acesso que impeçam o devassamento;
- Independente para homens e mulheres;
- Ventilação e iluminação adequadas;
- Instalações elétricas adequadamente protegidas;
- Pé-direito mínimo de 2,50 m;
- Lavatórios, vasos sanitários, mictórios e chuveiros dimensionados conforme a NR 18.
- Chuveiros - 1 (um) para cada grupo de 10 trabalhadores ou fração;
- Refeitório - Deverão ter condições para o atendimento de todos no horário das refeições, bem como a todos os requisitos da NR 18, tais como: piso de concreto, mesas com tampos lisos e laváveis, assentos em número suficiente para atender aos usuários,

lavatórios, ventilação e iluminação natural e artificial;

- Água Potável - o fornecimento de água potável, filtrada e fresca, será feito por meio de bebedouro de jato inclinado ou equipamento similar que garanta as mesmas condições, na proporção de 1 para cada grupo de 25 trabalhadores ou fração. Será proibido o uso de copos coletivos. Do posto de trabalho ao bebedouro não deve haver deslocamento superior a 100m, no plano horizontal e 15m no plano vertical;
- Na impossibilidade do atendimento anterior, será garantido suprimento de água potável, filtrada e fresca fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados;
- Vestiários - Munidos de armários com compartimentos duplos, para as atividades onde haja a necessidade de troca de roupa que atenda, no mínimo, as dimensões definidas na NR 24;
- Ambulatório - Deverá existir à disposição dos empregados, um KIT de primeiros socorros, munido de equipamentos e medicamentos, para serem utilizados até a chegada de equipes médicas.

7.13 - Gerenciamento de Resíduos

Os resíduos gerados na obra deverão ser classificados, armazenados temporariamente e transportados em conformidade com a legislação vigente. Os critérios e procedimentos para classificação, segregação, permissão para a movimentação e transporte, remoção, disposição e armazenamento temporário e definitivo dos resíduos sólidos líquidos e semi-sólidos gerados nas frentes de trabalho nas instalações, enquadrados nas classes I, II e III da norma NBR 10004 - Resíduos Sólidos, serão destinados a locais compatíveis com o grau de risco.

7.14 - Sinalização de Segurança

Os seguintes procedimentos mínimos de segurança para sinalização devem ser considerados:

- Identificar os locais de apoio;
- Indicar as saídas por meio de dizeres ou setas;
- Manter comunicação por meio de avisos, cartazes ou similares;
- Advertir contra perigo de contato ou acionamento acidental com partes móveis das máquinas e equipamentos;
- Advertir quanto a risco de queda;
- Alertar quanto a obrigatoriedade do uso de EPI específico para a atividade executada, com a devida sinalização e advertência próximas ao posto de trabalho;

- Alertar quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por máquinas de carga e bombas de hidrovácuo;
- Identificar acessos, circulação de veículos e equipamentos no serviço;
- Advertir os trabalhadores onde o pé-direito for inferior a 1,80m;
- Identificar locais com substâncias tóxicas, inflamáveis, explosivas e radioativas.

As áreas com potencial para causar acidente e/ou emergência, tais como: aquelas com ocorrência de produtos perigosos, movimentação de carga, queda de materiais, riscos elétricos, escavações, deverão ser isoladas, identificadas, sinalizadas, e ter placas de "perigo", com identificação do risco correspondente.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 1992. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro (RJ). 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 2007. NBR 5580. EB 182. Tubos de Aço-Carbono para usos comuns na Condução de Fluidos - Especificação. Rio de Janeiro (RJ). 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 1987. NBR 10156. Desinfecção de Tubulações de Sistema Público de Abastecimento de Água - Procedimento. Rio de Janeiro (RJ). 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 1992. NBR 12211. NB 587. Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água - Procedimento. Rio de Janeiro (RJ). 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1992. NBR 12212: Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro (RJ). 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1992. NBR 12244. Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro (RJ). 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2000. NBR 12218. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro (RJ). 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1994. NBR 12217. Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público - Procedimento. Rio de Janeiro (RJ). 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2007. NBR 15561. Sistemas para

distribuição e adução de água e transporte de esgoto sanitário sob pressão - Requisitos para tubos de polietileno PE 80 e PE 100. Rio de Janeiro (RJ). 27 p.

BRASTUBO - Manual Técnico de Polietileno. Tubos em Polietileno. Disponível em: <http://www.brastubo.com.br/pead/tubosdepolietileno.pdf>. Acesso em: 23 nov 2011.

CATÁLOGO BOMBAS LEÃO, 2007. Curvas Características - Bombas. Revisão 32. Data 31/07/2007. Bombas Leão S.A.: Monte Azul Paulista, São Paulo.

CATÁLOGO VIRTUAL POLY EASY, 2004. Catálogo de Produtos. Volume I. Poly Easy do Brasil Ltda: Barueri, SP. Disponível em: < http://www.polyeasy.com.br/pdfs/CatProdPEV0105.pdf>.

CATÁLOGO VIRTUAL SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÕES, 2006. Linha de Adução de Água. Versão 2006. Disponível em:< http://www.saint-gobain-canalizacao.com.br>.

CATÁLOGO TECNIAR

CEHOP - Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas. Tubos e Conexções em Ferro Fundido Dúctil. Disponível em: <http://200.199.118.135/orse/esp/ES00102.pdf>. Acesso 18 nov 2011.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 1998. Noções Básicas sobre Poços Tubulares - Cartilha Informativa. Ministério de Minas e Energia. CPRM - Superintendência Regional do Recife.

DEC/UFCG, 2011. Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Campina Grande. Engenharia Sanitária e Saneamento em geral. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/>. Acesso em: 02 nov 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2007. Arquivo em formato *shapefile* do ano de 2007. Mapa de Situação e Localização - Elaboração Neocorp. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/website/divisao/viewer.htm>. Acesso em: 7 jun. 2010.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE - FUNASA, 2011. Termo de Referência para a elaboração do Diagnóstico, Estudos de Concepção e Projetos Executivos de Sistemas de Abastecimento de Água em Áreas Especiais (comunidades remanescentes de quilombos e comunidades rurais) nos Municípios de Canguçu, Viamão, Cerrito, Formigueiro, Maquiné, Restinga Seca, Cerrito, Sertão, Viamão e Vila Nova do Sul conforme Anexo "B", Quadro1. 58p.

MULTCAIXAS, 2011. Desenho Técnico fornecido pela empresa. Reservatório em Aço Carbono. Contato: <http://www.multcaixas.com.br>.

LICS, 2011 - Superágua - Saneamento Ambiental. Disponível em: <http:// www.licssuperagua. com.br/>. Acesso em: 22 jun 11.

NUVOLARI, A. et. al. 2003. Esgoto Sanitário - Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola, 1º ed., São Paulo (SP), Edgard Blucher, 520 p.

ORSE- Orçamento de Obras do Sergipe, 2011. Departamento Estadual de Habitação e Obras Públicas. Especificações. Disponível em: <www.cehop.se.gov.br>.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo, 2010. Especificações técnicas, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição. Banco de Preços de Obras de Engenharia. Volume I. 3ª Edição. 948p.

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E SANEAMENTO - SOPS. Manual de Elaboração de Projetos e Obras de Saneamento. Volume 2 - Sistema de Esgotamento Sanitário. Porto Alegre: 2005.

SIDRASUL, 2007. Treinamento para Dimensionamento de Bombas Submersas. Conceito Básico e Dimensionamento. SIDRASUL: Itajaí, Santa Catarina.

TIGRE - Catálogo Técnico. Infra-Estrutura Água, 2011. TIGRE S.A., Tubos e Conexões: Joinville, Santa Catarina. Disponível em: <www.tigre.com.br>.